no 33533

Lane Medical Library

DIE MECHANIK

DES

THORAX IN BÄNDERN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

EINER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT ZU BERN

VORGELEGT

VON

ERICH EHLERMANN

AUS DRESDEN

GEDRUCKT AUF ANTRAG DES HERRN PROFESSOR STUDER

DRESDEN

VERLAG VON LS. EHLERMANN

1886

DIE MECHANIK

DES

THORAX IN BÄNDERN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

EINER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT ZU BERN

VORGELEGT

VON

ERICH EHLERMANN

AUS DRESDEN

GEDRUCKT AUF ANTRAG DES HERRN PROFESSOR STUDER

DRESDEN

VERLAG VON LS. EHLERMANN

1886

DEM ANDENKEN

DES LEHRERS UND FREUNDES

PROFESSOR B. LUCHSINGER

GEWIDMET.

Die vorliegende Dissertation bildet den ersten Abschnitt einer in nächster Zeit zu veröffentlichenden Arbeit über den Mechanismus der Lungenathmung im Allgemeinen. Zunächst war meine Absicht nur auf die Lösung der Frage nach der Funktion der Intercostalmuskeln gestellt; doch musste ich bald einsehen, dass diese Aufgabe nur unter Berücksichtigung aller, am Thorax in Betracht kommenden mechanischen Verhältnisse gelöst werden könne.

Es ist gewiss ein erstaunlicher Umstand, dass eine so eng umgrenzte und scheinbar so geringfügige Frage, wie die nach der Function der Intercostalmuskeln, bisher noch nicht gelöst werden konnte, obgleich sich während eines langen Zeitraumes Männer mit ihr beschäftigt haben, deren Verdienste um die Wissenschaft unvergängliche sind. Eine Erklärung dieses Umstandes kann ich nur darin finden, dass die Lösung des Problems bisher nur von einer Seite aus verursacht worden ist, indem man sich entweder ausschliesslich physiologischer, oder ausschliesslich anatomischer Methoden bediente. Ich hoffe im Verlauf meiner Arbeit darzuthun, dass die Verhältnisse am Thorax so complicirte, die Fehlerquellen bei Anwendung der einzelnen Methoden so zahlreiche sind, dass sie das Resultat der Untersuchung sehr beeinträchtigen, ja völlig umkehren können, wenn nicht durch Anwendung verschiedener Methoden eine Kontrolle geschaffen wird.

Desshalb war ich bestrebt, mir sowohl die Methoden der vergleichenden und descriptiven Anatomie, wie die der Physiologie nach Kräften zu Nutze zu machen. Auf diese Weise allein konnte ich auch die Hoffnung haben, weiter zu kommen, als meine Vorgänger; denn es wäre offenbar eine Anmassung gewesen, wenn ich geglaubt hätte, mit denselben Hilfsmitteln, deren sich z. B. ein HALLER oder HENLE bediente, mehr erreichen zu können, als diese.

Bei den verschiedenen und für den Anfänger oft doppelt grossen Schwierigkeiten welche sich im Verlauf der Untersuchung boten, haben mich die Herren Professoren SCHWALBE in Strassburg und STUDER in Bern, sowie mein allzufrüh verstorbener Lehrer und Freund, Professor LUCHSINGER, durch ihren Rath und Beistand und durch Gewährung des nöthigen Materials unterstützt und gefördert Meinem Freunde Herrn C. ERDMANN in Dresden verdanke ich die analytisch-geometrischen Ableitungen. Ich benutze die Gelegenheit, um den genannten Herren öffentlich meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Zürich, Februar 1886.

Erich Ehlermann.

I. Die Bewegungen der einzelnen Rippe.

Sieht man von den falschen Rippen, welche mit den übrigen nur in losem Zusammenhange stehen und in das eigentliche Gefüge des Thorax nicht eingehen, ab, so findet man jede Rippe an drei Punkten befestigt, nämlich am Wirbelkörper, am Processus transversus und am Sternum; eine Bewegung der Rippe würde nur unter gleichzeitiger Biegung derselben möglich sein, wenn diese drei Punkte relativ fest und untereinander in starrer Verbindung wären. Aber, indem das Sternum ausschliesslich an Rippen angeheftet ist, muss es deren Bewegungen mehr oder weniger genau folgen, so dass wir nur die zwei, nahezu starr untereinander verbundenen Anheftungspunkte am Wirbel als wirklich fixirt und die Bewegungen der Rippe bedingend ansehen können.

Vorausgesetzt nun, die Anheftung in jenen beiden Punkten bedinge eine bestimmte Bewegung, schliesse ein Wackeln der Rippen aus, so können wir die Bewegung der Rippen immer als eine Rotation um eine, durch jene zwei Anheftungspunkte gehende Drehaxe auffassen, wenn wir nur bedenken, dass diese Drehaxe nur bei einer ganz bestimmten Beschaffenheit der in Betracht kommenden Gelenkflächen als eine, bei den Respirationsbewegungen feststehende Gerade zu betrachten ist; vielmehr kann die Bewegung dieser Drehaxe ebenso gut entweder eine pendelnde sein — indem nämlich das Capitulum relativ festgehalten wird, während, je nach Beschaffenheit der Gelenkflächen am Tuberculum, das freie Ende der Drehaxe eine gerade Linie, einen Kreisbogen, oder eine andere complicirtere Curve beschreibt — oder aber eine oscillirende Bewegung, indem das Tuberculum am Processus transverus relativ festgehalten wird, während das Köpfchen etwas grössere Bewegungen ausführt. Endlich ist noch eine Art von Bewegung der Drehaxe denkbar, nämlich eine Verschiebung in ihrer eigenen Richtung, welche dann stattfinden

müsste, wenn die Gelenkflächen am Wirbelkörper und Processus transversus Abschnitte einer Schraubenfläche darstellten. Unstatthaft dagegen erscheint die Annahme einer, von der Wirbelsäule zum Sternum verlaufenden Drehaxe; denn diese würde von einem festen zu einem unzweifelhaft nicht festen Punkte verlaufen, und es müsste sich das, viel besser als das Sternum fixirte Tuberculum um diese Drehaxe bewegen. Möglich, dass zufolge besonderer Vorrichtungen eine Bewegung in der angegebenen Weise zu erfolgen scheint; — die wirkliche Drehung einer Rippe kann nicht anders erfolgen, als um eine annähernd durch ihre beiden Anheftungspunkte verlaufende Gerade.

Während Haller und Andere noch eine von der Wirbelsäule zum Sternum, oder zum Vorderende der knöchernen Rippe verlaufende Drehaxe voraussetzten, ist man jetzt fast allgemein der Ansicht beigetreten, dass die Bewegung der Rippen um eine feste, — annähernd in der Richtung der die beiden Gelenkflächen verbindenden Geraden, — von oben, vorn und innen nach unten, hinten und aussen verlaufende Drehaxe erfolge. Aber bereits Meissner (97 pag. 486) erwähnt, „dass, vermöge einer etwas grösseren Beweglichkeit der Articulation des Rippenhöckers, die dann auch nicht genau einer Amphiarthrose entsprechen würde, die gemeinsame Drehungsaxe von dem Köpfchengelenk hinter der Gelenkpfanne des Höckergelenks hinauslief, so dass der Rippenhals einen kleinen Abschnitt eines Kegelmantels beschreiben würde, dessen Spitze in dem Köpfchengelenk, dessen Basis durch das Höckergelenk geht, der jedenfalls aber nur eine sehr kleine Basis haben würde."

Eine exacte Bestimmung der Rippendrehaxe bildet naturgemäss den Ausgangspunkt für jede Untersuchung des Mechanismus des Thorax. Denn auch abgesehen davon, dass von ihr die Entscheidung über die Hebelarme, an denen die viel umstrittenen Intercostalmuskeln wirken, und damit eine richtige Kritik des Hamberger'schen Schemas abhängt, so ist ohne klare Vorstellung über die fundamentalen Bedingungen aller Bewegung am Thorax, wie sie mit der Drehaxe gegeben sind, ein Verständniss der mehr secundären, anderweitig bedingten Bewegungen — eine richtige Würdigung der so wichtigen elastischen Kräfte zum mindesten sehr erschwert.

Dem entsprechend wurde eine genaue Bestimmung der Drehaxe bereits mehrfach versucht. So viel mir bekannt geworden, haben der ältere und jüngere Trendelenburg, Meissner und Volkmann solche

Bestimmungen ausgeführt; Meissner, indem er (97 pag. 486) „bei einem wohlgebildeten weiblichen Thorax auf trigonometrischem Wege die Winkel mass, welche die, die Mitte der beiden Gelenkflächen verbindende Gerade mit der Frontalebene einschliesst.“ Er giebt direct nur die Winkel für die erste und zehnte Rippe; für die zweite und dritte durch die Differenz gegen die vorhergehende Rippe; für die vierte bis neunte annähernde Werthe. (Ich habe in der nachstehenden Tabelle darnach eingesetzt. Die cursiv gedruckten Zahlen sind ungenau.) Die beiden Trendelenburg (143 pag. 21) und Volkmann (153 pag. 147) bestimmten den Winkel, den zwei Drehaxen eines Rippenringes miteinander bilden, indem sie diese als nahezu in der Richtung des Collum costae verlaufend voraussetzten. Aus ihren Resultaten habe ich die entsprechenden Winkel der Drehaxen mit einer Frontalebene berechnet und in der folgenden Tabelle die Resultate aller vier Messungen zusammengestellt.

	Trendelenburg der ältere	Trendelenburg der jüngere	Meissner	Volkmann		Trendelenburg der ältere	Trendelenburg der jüngere	Meissner	Volkmann
1. Rippe . .	10	10	36	9	6. Rippe .	56	47	*68*	35
2. „ . .	40	35	56	26	7. „ . .	55	46	*69*	35
3. „ . .	55	47	64	28	8. „ . .		45	*70*	46
4. „ . .	60	52	*66*	35	9. „ . .		43	*71*	44
5. „ . .	58	49	*67*	36	10. „ . .		42	*72*	46

Es durfte wohl mit Recht die Frage entstehen, ob die in dieser Tabelle sich zeigenden erheblichen Verschiedenheiten auf individuelle Unterschiede, oder auf Fehler in den Methoden zurückzuführen seien, zumal da sich bei den gleichen Methoden (der beiden Trendelenburg und Volkmann's) unter einander ähnliche, aber von der Methode Meissner's stark abweichende Resultate ergeben haben. Da sonstige Bestimmungen der Drehaxenlage mir nicht bekannt geworden sind*), so bemühte ich mich, einen Weg zu finden, auf welchem man zu

*) Zwar hat Henke eine sehr exact erscheinende Methode gegeben, indem er empirisch die Stellung eines Stiftes ermittelte, welche derselbe haben muss, um bei Drehung der Rippe in Ruhe zu bleiben; aber darnach ausgeführte Messungen konnte ich nicht auffinden.

definitiven Resultaten über die Drehaxe kommen könnte, und ich gedachte am sichersten zum Ziele zu gelangen, indem ich zum Ausgang eine Bestimmung der Curve wählte, welche ein beliebiger Rippenpunkt während der Bewegung seiner Rippe beschreibt. Musste doch diese Curve — eine feste Drehaxe vorausgesetzt — ein Kreisbogen sein, mit welchem alles Andere gegeben war. Zur Messung der Curve habe ich mir den auf Tafel I abgebildeten Coordinaten-Apparat construirt, von welchem ich mir auch für andere exacte Messungen am Thorax gute Dienste versprach.

Ein eisernes Prisma a von 38 cm. Länge mit gleichseitig dreieckigem Querschnitt ist mit seinen beiden Enden an zwei eiserne Füsse bb, welche auf den vier Stellschrauben cccc stehen, fest angefügt. Die obere Fläche dieses Prisma zeigt eine Nute, in deren ganzer Länge eine, in der Abbildung nicht sichtbare, Schraubenspindel verläuft, welche durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt werden kann. Auf dem Prisma a läuft ein Schlitten e, welcher mit der Schraubenspindel so verbunden ist, dass eine Drehung der Kurbel ihn völlig sicher und gleichmässig auf dem Prisma a verschiebt. Der Schlitten trägt einen versilberten Nonius f, welcher auf dem, an den beiden Füssen bb mittelst T förmiger Schiene angeschraubten, hölzernen Massstabe g spielt und eine direkte Ablesung von 0,1 mm gestattet. Auf dem Schlitten e ist genau senkrecht zu dem Prisma a das Prisma h aufgesetzt, welches 51 cm lang, im Uebrigen dem Prisma a ganz analog gebildet ist. In der Nute desselben befindet sich aber keine Spindel, sondern ein runder Eisenstab, welchem nur an seinem Ende eine durch den Schraubenkopf i laufende Mikrometerschraube eingeschnitten ist. Auf dem Prisma h ist ein dem Schlitten e ähnlicher Schlitten k frei verschiebbar, kann aber durch eine Schraube so an den im Prisma h befindlichen Eisenstab angedrückt werden, dass er durch Drehung am Schraubenkopf i aufwärts oder abwärts verschoben wird. Endlich ist ein drittes, zu h und a senkrecht stehendes, und im Schlitten k wie dieser auf h durch freie Verschiebung und mit Mikrometerschraube verstellbares Prisma l von 23 cm Länge angebracht. Die Bewegungen des Schlitten k und des Prisma l werden ebenfalls an Massstäben vermittelst Nonien abgelesen.

Bei der Biegsamkeit der Rippen war noch eine besondere Vorrichtung anzubringen, um die aus dem ungleichen Druck der messenden Spitze auf die Rippen resultirende Fehlerquelle zu eli-

miniren. Die von mir zu diesem Zweck construirte Spitze beruht auf dem Gedanken, zwischen dem Prisma l und der messenden Spitze n eine schwache Spiralfeder einzuschalten, welche sich schon bei einem sehr geringen Druck auf die Spitze n verkürzen und dadurch einen Hebel o in Bewegung setzen muss, dessen Ausschläge auf dem Messingstück p abgelesen werden können.

Der ganze Apparat ist auf das Sorgfältigste gearbeitet, so dass ein Wackeln, Verbiegen oder Verschieben der Prismen gegen einander vollkommen ausgeschlossen ist. Seine Genauigkeit wurde in der Weise geprüft, dass eine sehr feine, an einem langen und dünnen Messingstab befindliche Spitze aufgestellt und ihre Lage wiederholt, nach jedesmaliger, möglichst ausgiebiger Verschiebung der Schlitten bestimmt wurde. Der Ablesungsfehler betrug im Maximum 0,2 mm, eine Genauigkeit, welche bei der vorliegenden Aufgabe wohl als genügend erachtet werden darf.

Bei der Betrachtung der Drehaxen in den verschiedenen Stellungen lege ich zur Vereinfachung eine Normalstellung zu Grunde. — Man denke sich in dem Punkt, in welchem eine Drehaxe die Medianebene schneidet, zwei Ebenen errichtet, welche zu einander und zur Medianebene senkrecht stehen und so orientirt sind, dass die eine derselben der Längenaxe des Körpers parallel ist. Dann wird diese einen frontalen Längsschnitt, jene einen horizontalen Querschnitt des Thorax bedeuten. Die Schnittgerade beider Ebenen stelle eine Drehaxe in Normalstellung vor. Von diesen beiden Ebenen wird die Frontalebene mit einer, die Drehaxe enthaltenden und ebenfalls der Längenaxe des Körpers parallelen Ebene, einen Winkel einschliessen, welcher ein Mass dafür abgiebt, um wie viel sich die Drehaxe aus ihrer Normalstellung nach hinten oder vorn gewendet hat. Dieser Winkel heisse daher Wendungswinkel der Drehaxe; er sei positiv, wenn die Wendung rückwärts, negativ, wenn sie vorwärts erfolgte. Entsprechend heisse die, die Drehaxe enthaltende senkrechte Ebene, die Wendungsebene der Drehaxe.

Die Schnittgerade der Wendungsebene mit der oben erwähnten Horizontalebene bildet mit der Drehaxe selbst einen Winkel, welcher ein Mass dafür abgiebt, um wie viel sich die Drehaxe aus ihrer normaler Weise horizontalen Stellung nach oben oder unten geneigt hat. Dieser Winkel heisse daher horizontaler Neigungswinkel der Drehaxe; er sei positiv, wenn die Neigung nach oben, negativ, wenn sie nach unten stattfand.

Demnach wird die Lage einer beliebigen Drehaxe eindeutig bestimmt sein, wenn der zugehörige Wendungswinkel und horizontale Neigungswinkel bestimmt ist.

In dem Würfel ABCD A′B′C′D′ (Fig. 1) stelle die Fläche D′C′CD ein Stück der Medianebene des Thorax vor und die Gerade KL eine Drehaxe; dann ist die Ebene E′F′FE die Wendungsebene derselben, ihr Wendungswinkel $=90-\measuredangle$DFE. Der horizontale Neigungswinkel $=90-\measuredangle$KLF′.

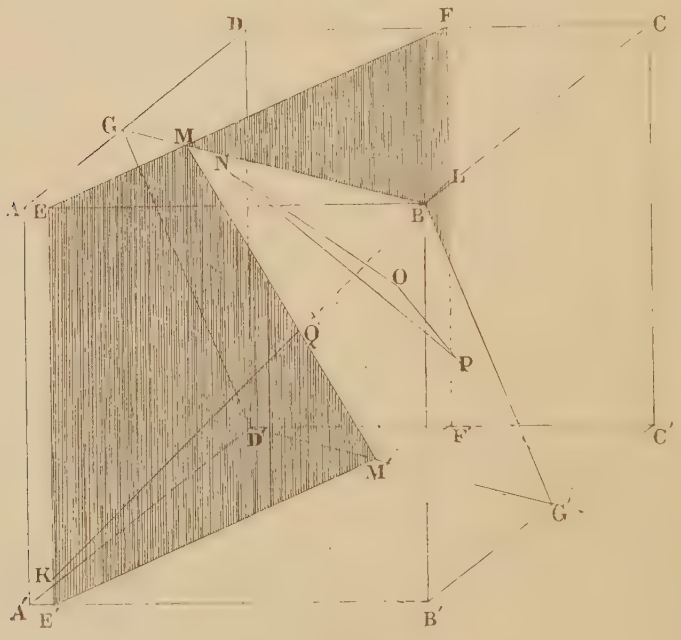


Fig. 1.

Ein beliebiger Punkt im Raume wird bei einer Drehung um die Axe KL eine Reihe von Lagen einnehmen müssen, welche alle in einer, als Drehungsebene zu bezeichnenden Fläche und auf der Peripherie eines Kreisbogens liegen, dessen Mittelpunkt der Schnitt von Drehungsaxe und Drehungsebene ist. In Fig. 1 sei GBG′D′ eine solche Drehungsebene, Q ihr Schnitt mit KL, und N, O, P seien drei Lagen, welche ein Punkt bei seiner Drehung um KL successive durchläuft. Macht man die Geraden AA′, A′B′ und A′D′ zu den drei Axen eines Coordinatensystems, so lassen sich aus den Coordinaten der Punkte N, O, P in ihrer Lage bestimmen: 1. die

zugehörige Drehungsebene, 2. der von NOP gleiche Abstände habende Punkt Q, endlich 3. die in Q auf der Drehungsebene senkrechte Drehaxe, womit natürlich auch Wendungs- und horizontaler Neigungswinkel der Drehaxe gegeben sind. Ferner lässt sich von jedem beliebigen Punkt im Raume der Abstand von der Drehaxe KL bestimmen, sobald seine Coordinaten in dem vorbezeichneten Coordinatensystem bekannt sind.

Wenn ich also ausserhalb des Thorax ein beliebiges, aber für alle Messungen an demselben Thorax unveränderliches Coordinatensystem aufstelle und die Coordinaten eines beliebigen Punktes irgend einer Rippe in drei Stellungen, welche dieselbe während einer Athembewegung einnimmt, bestimme, so wird sich hieraus die Lage der Drehaxe der betreffenden Rippe mit genügender Sicherheit bestimmen lassen. Ferner aber können auch die Abstände beliebiger Punkte einer Rippe, also z. B. Ursprungs- oder Insertionspunkte von Intercostalmuskeln von der Drehaxe, d. h. deren Hebelarme, bestimmt werden.

Die Messungen selbst wurden in folgender Weise ausgeführt. Eine starke Holzplatte von genügender Grösse trug an ihrer einen Seite mittelst Fussscheibe aufgesetzt ein starkes Eisenrohr, an welchem in drei eisernen, durch Schrauben feststellbaren Hülsen Klammern nach Art der Retortenhalter befestigt waren. Diese Klammern waren so modificirt, dass sie starke flache Zangen bildeten, welche sich beim Zusammenschrauben an die Wirbelkörper anlegten und mit ihren krummen Spitzen in dieselben eindrückten.

Durch die Güte des Herrn Professor Schwalbe in Strassburg war es mir ermöglicht, in der Mehrzahl der Messungen ganz frisches Material zu verwenden. An den Cadavern wurden Kopf, Arme mit Schulterblatt, Beine, sowie Brust- und Baucheingeweide entfernt. Nachdem sodann die Intercostales externi sorgfältig frei präparirt waren, wurden am untern Rande jeder Rippe von einem später noch näher zu bestimmenden Punkte aus in Abständen von zwei cm durch eingebohrte Stecknadeln Punkte markirt, und sodann auf dem oberen Rande der nächst unteren Rippe die Insertionspunkte der von jedem der bezeichneten Punkte entspringenden Fasern, sowohl des Intercostalis externus wie internus, in derselben Weise markirt.

Durch feucht gehaltene Tücher wurde ein Eintrocknen der Bänder und Muskeln möglichst verhindert.

Nachdem nunmehr die oben beschriebenen Klammern an Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule befestigt waren, wurde der ganze Rumpf, unter möglichster Schonung der natürlichen Krümmung der Wirbelsäule, so an dem erwähnten Eisenrohr befestigt, dass das Becken gerade eben den Tisch berührte und die Medianebene nahezu senkrecht stand.

Die Aufstellung des Coordinaten-Apparates wurde sodann in der Weise bewirkt, dass zunächst das Prisma a der Medianebene parallel gestellt wurde. Es ward nämlich die Mittellinie des Sternum genau markirt, sodann die Spitze des Coordinatenapparates auf das hintere Ende eines Processus spinosus eingestellt und nun der Apparat so lange auf dem Tisch verschoben, bis der eben erwähnte Dornfortsatz und der ihm horizontal gegenüber befindliche Punkt in der Mittellinie des Sternum gleiche Abstände von dem Prisma a hatten. Nachdem sodann mit Hilfe der vier Stellschrauben cccc auch das Prisma h der Medianebene parallel eingestellt war, wurde zum Schluss durch zwei Löcher in den Füssen bb ein Eisenstab q gesteckt und vermittelst des Eisenstückes r und der Holzklemme s so am Tisch angeschraubt, dass eine nachträgliche Verschiebung des Coordinaten-Apparates vollkommen ausgeschlossen war. Die ganze Anordnung des Versuches erweist die Tafel 1.

Nach Prüfung der Aufstellung von Apparat und Thorax auf grösste Festigkeit wurden die Messungen ausgeführt, deren Resultate im Anhang abgedruckt sind.

Zur Kontrolle der Methode erschien es angemessen, sich nicht auf Bestimmungen an einem Punkt der Rippe zu beschränken, sondern immer noch einen zweiten Punkt zum Vergleiche heran zu ziehen. Denn offenbar müsste die Drehaxe einer Rippe immer dieselbe Lage aufweisen, gleichgiltig, welcher Rippenpunkt zur Messung benutzt wurde. Ich habe zwei mir besonders geeignet erscheinende Punkte ausgewählt, von denen der vordere auf der Grenze von Rippen-Knochen und -Knorpel lag, während der andere in der Weise bestimmt wurde, dass eine Frontalebene, welche von dem hintersten Punkt der Wirbelsäule und dem vordersten Punkt des Sternum gleichen Abstand hatte, durch den Körper gelegt gedacht wurde. Wo diese Ebene die Rippen durchschnitt, wurden die entsprechenden Marken angebracht.*) Diese Punkte liegen an-

*) Die Bestimmung dieser mittleren Ebene ist mit Hilfe meines Coordinaten-

nähernd auf der höchsten Wölbung der Rippen; sie dienten gleichzeitig als Ausgang für die oben beschriebene Markirung von Ursprüngen der Intercostalmuskeln am untern Rippenrand.

Die Bezeichnung der Punkte geschah entweder durch ein auf dem gut abgeschabten Knochen mit der Reissfeder angebrachtes Kreuz, oder — und diesem Verfahren gab ich bei den späteren Versuchen den Vorzug — durch fest in den Knochen eingebohrte Stecknadeln, welche sorgfältig unmittelbar an der Oberfläche des Knochens abgeschnitten wurden.

Bei der Einstellung des Coordinatenapparats habe ich die Spitze desselben an den zu messenden Punkt stets so angedrückt, dass der Zeiger o sich immer genau um einen Theilstrich hob. Da die hierdurch zusammengedrückte Feder äusserst schwach ist, so war der ausgeübte Druck und die somit etwa bewirkte Verbiegung der Rippen ohne Zweifel entsprechend gering; der etwa dennoch entstehende Fehler musste sich dadurch verringern, dass bei allen Messungen eines Punktes immer genau der gleiche Fehler gemacht wurde.

Viele Schwierigkeiten bereitete es, die Bewegung der Rippen so einzurichten, dass nicht durch die bewegende Kraft der Rippenpunkt eine Bahn geführt werde, welche durch die Beschaffenheit der Gelenkflächen gar nicht bedingt war. Im Anfang habe ich einfach ein mässiges Gewicht an kurzem Faden der Rippe angehakt, und zwar stets im Punkt der höchsten Wölbung der betreffenden Rippe. Für den Zug nach oben brachte ich über dem Thorax ein horizontales Brett mit sehr leicht beweglicher Rolle an. Ein Faden lief, ebenfalls vom Punkt der höchsten Wölbung, über die Rolle und trug ein Gewicht. Die Rolle konnte durch Verschiebung des Brettes so eingestellt werden, dass der Faden senkrecht stand, dass also nach innen oder aussen wirkende Componenten

Apparates sehr einfach. Die äussersten Punkte an Wirbelsäule und Sternum werden zunächst durch approximative Einstellung des Schlitten e und senkrechtes Verschieben des Schlitten k ermittelt, sodann werden ihre Coordinaten durch Einstellen der Spitze n bestimmt. Die X-Coordinaten mögen die Werthe 42,6 und 238,2 haben; dann ist die halbe Summe 238,2 + 42,6 = 140,4 der Abstand jener mittleren Ebene von der YZ-Ebene. Man hat nun nur nöthig, den Schlitten e auf 140,4 einzustellen und durch Verschiebung des Schlitten k und des Prisma l die Spitze n successive auf den unteren Rand jeder einzelnen Rippe einzustellen, um die Schnittpunkte der mittleren Ebene mit den Rippen zu finden.

der hebenden Kraft möglichst auf Null reducirt wurden, was bei dem frei nach unten hängenden Gewicht natürlich ebenfalls eintrat. Als es im Verlauf der Versuche wünschenswerth erschien, jeden Rippenpunkt in mehr als drei Lagen zu messen, wurden die Rippen in derselben Weise gehoben, nur mit der Abänderung, dass der Zug des Gewichtes mit der Hand ausgeübt und der Faden dann befestigt wurde. Bei Versuch V habe ich eine Hebung zunächst am Sternum bewirkt durch senkrechten Zug nach oben, dann erst — nach Messung der Rippenpunkte in dieser Lage — durch Anbringung eines nach oben ziehenden Gewichtes an jeder Rippe. Als mittlere Lage wählte ich diejenige, in der die Rippen sich befanden, sobald keine äussere Kraft auf den Thorax einwirkte, und nannte dieselbe Ruhelage. Natürlich muss diese sich bei derselben Rippe ändern, je nachdem sich die betreffende Rippe in oder ausser Verbindung mit dem Sternum befindet.

Um den modifizirenden Einfluss der Rippenverbindung mit dem Sternum, welcher für das Verständniss der bei den Athembewegungen entstehenden elastischen Kräfte so wichtig ist, zu ermitteln, habe ich diese Messungen, so weit es möglich war, immer doppelt ausgeführt; einmal so lange das Gefüge des Thorax — Knorpel mit Sternum, Bänder und Intercostal-Muskeln — noch intact war, sodann nach Lostrennung der Rippen vom Sternum und Durchschneidung der musculi intercostales.

Beim letzten Versuch (VI) habe ich die Bewegung des noch unverletzten Thorax durch Kautschukstreifen bewirkt, welche in Abständen von 2 cm genau nach dem Verlauf der Intercostalmuskeln am ganzen Thoraxumfang angebracht waren, worüber ich bei der Behandlung des Hamberger-Haller'schen Streites Näheres berichten werde. Diese Art der Thoraxbewegung kommt jedenfalls von allen bisher angewendeten Methoden der natürlichen Bewegung am nächsten, ist aber selbstverständlich nach Entfernung des Sternum nicht mehr anwendbar.

Was ist nun das Resultat dieser Messungen? Ich muss leider bekennen, dass es meinen Erwartungen bis jetzt nicht entsprochen hat, indem mir eine definitive Bestimmung der Drehaxenlage nicht gelungen ist. Immerhin aber waren die Messungen nicht ohne Resultat, und ich glaubte mit deren Publikation nicht länger zurückhalten zu sollen. Vielleicht, dass Andere in ihrer Verwerthung glücklicher sind, als ich.

Betrachten wir nun die bei den Messungen gefundenen Zahlenwerthe, um zu ermitteln, was aus ihnen gefolgert werden kann*).

Ich bezeichne die eine, durch das Prisma a repräsentirte Axe des Coordinatensystems als X-Axe; in der Horizontalebene, senkrecht zur X-Axe verläuft die Y-Axe, während die Z-Axe senkrecht nach oben geht.

Die drei gemessenen Punkte heissen N, O, P (siehe Fig. 1), und es sei gefunden:

$$N = x_1,\ y_1,\ z_1.$$
$$O = x_2,\ y_2,\ z_2.$$
$$P = x_3,\ y_3,\ z_3.$$

Zur Vereinfachung der Rechnung werde das Coordinaten-System parallel mit sich selbst so verschoben, dass sein Anfangspunkt mit einem der drei Punkte, nämlich mit O zusammenfällt. Es ergeben sich für die anderen zwei Punkte die neuen Coordinaten:

$$a_1 = x_1 - x_2. \qquad a_2 = x_3 - x_2.$$
$$b_1 = y_1 - y_2. \qquad b_2 = y_3 - y_2.$$
$$c_1 = z_1 - z_2. \qquad c_2 = z_3 - z_2.$$

Dann hat die Ebene der drei Punkte NOP, in Bezug auf das verschobene Coordinatensystem x y z, die Gleichung:

$$x(b_1 c_2 - b_2 c_1) + y(c_1 a_2 - c_2 a_1) + z(a_1 b_2 - a_2 b_1) = 0.$$

Die Drehaxe KL werde betrachtet als die Durchschnittsgerade derjenigen beiden Ebenen E_1 und E_2, welche die Strecken NO und OP senkrecht halbiren. Die eine von ihnen ergibt sich analytisch als der geometrische Ort der Punkte, welche von N und O gleichen Abstand haben, hat also die Gleichung

$$(x - a_1)^2 + (y - b_1)^2 + (z - c_1)^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

oder vereinfacht:

$$2(xa_1 + yb_1 + zc_1) = a_1^2 + b_1^2 + c_1^2.$$

Analog die andere Ebene:

$$2(xa_2 + yb_2 + zc_2) = a_2^2 + b_2^2 + c_2^2.$$

Bezeichnet man der Kürze halber die Abstände der Punkte N und P vom Nullpunkt O mit p bez. q, so dass

$$a_1^2 + b_1^2 + c_1^2 = p^2 \text{ und}$$
$$a_2^2 + b_2^2 + c_2^2 = q^2,$$

*) Die nachstehenden Ableitungen verdanke ich meinem Freunde, Herrn C. Erdmann in Dresden.

so ergeben sich als die Gleichungen der Drehaxe

$$xa_1 + yb_1 + zc_1 = \frac{p^2}{2}$$

$$xa_2 + yb_2 + zc_2 = \frac{q^2}{2}.$$

Aus diesen Gleichungen lassen sich die Spuren der Drehaxe in den Ebenen des Coordinatensystems berechnen und aufzeichnen. Bei der Ausführung ergab sich die auffallende Thatsache, dass für die Punkte auf der höchsten Wölbung und am vorderen Ende der Rippe die Spuren der Drehaxe in derselben Ebene nicht zusammenfielen, sondern ganz erheblich divergirten. Da die Abweichungen zu bedeutende waren, als dass sie auf Ungenauigkeiten in der Beobachtung hätten geschoben werden können, so lag die Vermuthung nahe, dass die Verhältnisse der Drehaxe nicht so einfache seien, als bisher angenommen, sondern dass die Rippen zwar bei ihrer Hebung oder Senkung eine drehende Bewegung um eine annähernd durch das Collum costae gehende Axe ausführen mögen, zugleich aber diese Axe selbst irgend eine Ablenkung erfahre.

Es stellte sich daher zunächst die Aufgabe, zu ermitteln, ob denn die Kurve eines Rippenpunktes überhaupt eine ebene Linie sei. Zu diesem Zweck wurden bei Messung IV, V, VI nicht nur drei, sondern mehrere Punkte bestimmt und auf ihre Lage geprüft.

Ein vierter Punkt Q sei durch die Coordinaten x_4 y_4 z_4 bestimmt, welche sich bei der Verschiebung des Coordinatensystems nach O in a_3 b_3 c_3 verwandelt haben. Es ist dann die Frage, ob:

1) der Punkt Q in die durch NOP bestimmte Ebene fällt;

2) wenn dies der Fall ist, ob die vier Punkte N, O, P u. Q auf der Peripherie eines Kreises liegen.

Zur Beantwortung dieser Frage möge ein neues Coordinaten-System $\xi\eta\zeta$ eingeführt werden, das mit dem alten den Anfangspunkt gemein hat, für welches aber eine Grundebene — die $\xi\eta$-Ebene — mit der durch NOP bestimmten Ebene zusammenfällt. Diese hat in Bezug auf das alte Coordinaten-System die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix} = 0$$

oder: $Ax + By + Cz = O$ I.

wenn wir folgende Abkürzungen in die Rechnung einführen:

$$A = b_1 c_2 - c_1 b_2$$
$$B = c_1 a_2 - a_1 c_2$$
$$C = a_1 b_2 - b_1 a_2$$

In dieser Ebene kann noch eine der neuen Axen willkürlich angenommen werden. Zur Vereinfachung der Formeln werde die Bestimmung getroffen, dass die neue η-Axe aus der alten y-Axe durch senkrechte Projection auf die $\xi\eta$-Ebene hervorgehe. Da also die neue $\eta\zeta$-Ebene durch die y-Axe hindurchläuft, so hat sie eine Gleichung von der Form:

$$1)\quad Mx + Nz = 0.$$

Die vorläufig unbekannten Coëfficienten M und N ergeben sich aus der Bedingung des Senkrechtstehens dieser Ebene mit der $\xi\eta$-Ebene:

$$2)\quad AM + CN = 0.$$

Die Gleichungen 1) und 2) können nur bestehen, wenn die Determinante

$$\begin{vmatrix} x & z \\ A & C \end{vmatrix}$$

verschwindet, woraus sich unmittelbar als Gleichung der $\eta\zeta$-Ebene ergiebt:

$$Cx - Az = 0. \qquad \text{II.}$$

In derselben Weise bestimmt sich die $\xi\zeta$-Ebene

$$Fx + Gy + Hz = 0$$

als eine Ebene, die durch den Nullpunkt geht und sowohl auf der $\xi\eta$-Ebene, als auch auf der $\eta\zeta$-Ebene senkrecht steht, also als eine Ebene, die den drei Bedingungen genügt:

$$Fx + Gy + Hz = 0$$
$$FA + GB + HC = 0$$
$$FC \qquad - HA = 0$$

Da das gleichzeitige Bestehen dieser drei Gleichungen an das Verschwinden der Determinante:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ A & B & C \\ C & o & -A \end{vmatrix}$$

geknüpft ist, so ergiebt sich als Gleichung der $\xi\zeta$-Ebene:

$$ABx - (A^2 + C^2)y + BCz = 0. \qquad \text{III.}$$

Indem wir nun die durch die Gleichungen I, II und III definirten Ebenen als Fundamentalebenen für das neue Coordinaten-System

Messung No. VI.

Coordinaten der Punkte N, P und Q im gedrehten Coordinatensystem

Nr. der Rippe	Höchste Wölbung der Rippe									Vorderes Ende der knöchernen Rippe								
	N			P			Q			N			P			Q		
	ξ_1	η_1	ζ_1	ξ_2	η_2	ζ_2	ξ_3	η_3	ζ_3	ξ_1	η_1	ζ_1	ξ_2	η_2	ζ_2	ξ_3	η_3	ζ_3
1	−12,0	−0,00	0	−14,3	+ 1,2	0	+1,50	−0,20	−0,10	−14,5	+ 9,0	0	−15,5	+11,0	0	+ 3,00	+0,1	−3,50
2	−19,5	−0,50	0	−22,5	0,0	0	+1,10	+0,15	+1,00	−20,0	+ 5,5	0	−24,5	+ 7,5	0	+ 6,25	+1,5	+2,25
3	+12,0	+5,00	0	+18,0	+ 5,0	0	−4,50	+2,00	+1,40	+13,0	+14,0	0	+17,5	+17,5	0	− 7,50	− 4,5	+4,75
4	−14,0	−1,00	0	−41,0	+ 1,0	0	+3,75	−3,00	+3,00	+ 9,5	+15,0	0	+14,5	+20,5	0	− 7,50	− 6,0	+6,5
5	+13,5	+2,50	0	+20,5	0,0	0	−4,00	+6,50	+2,00	+12,0	− 7,0	0	+15,5	−13,5	0	+ 3,00	+11,0	+3,75
6										+15,5	+ 5,5	0	+28,5	+ 3,0	0	−14,50	+13,0	−4,00
7	+11,5	+1,50	0	+18,75	− 2,5	0	−2,50	+12,00	+1,75	+11,5	+ 6,5	0	+28,0	+ 0,5	0	−15,09	+16,5	−5,00
8	+ 3,5	−2,50	0	− 1,5	−13,0	0	+10,00	+ 3,75	+6,00	+ 2,5	+ 5,5	0	+21,5	− 1,5	0	−13,00	+17,0	−2,00
9	− 5,5	+6,50	0	+ 6,5	− 3,0	0	−1,00	+11,00	+4,00	− 7,0	+ 8,5	0	+14,5	+ 1,5	0	−14,00	+15,9	−5,00
10																		
11																		
12																		

einführen, erhalten wir gemäss den Gesetzen der orthogonalen Substitution folgende Transformationsformeln:

$$\xi = \frac{Cx - Az}{\sqrt{A^2 + C^2}}$$

$$\eta = \frac{ABx - (A^2 + C^2)y + BCz}{\sqrt{A^2B^2 + (A^2 + C^2)^2 + B^2C^2}}$$

$$\zeta = \frac{Ax + By + Cz}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

Schreiben wir zur Abkürzung:

$$A^2 + B^2 + C^2 = S^2$$
$$A^2 + C^2 \quad = M^2$$

so reduciren sich diese Formeln auf die folgenden:

$$\xi = \frac{Cx - Az}{M}.$$

$$\eta = \frac{ABx - M^2y + BCz}{MS}.$$

$$\zeta = \frac{Ax + Bx + Cz}{S}$$

Die Berechnung wurde für einzelne Rippen in mehreren Messungen, für alle bei Messung VI ausgeführt, woraus sich die Tabelle auf Seite 18 ergab.

Da nach der Voraussetzung die Punkte N und P in der $\xi\eta$-Ebene des gedrehten Coordinatensystems liegen sollen, so sind deren ζ-Coordinaten, d. h. deren senkrechte Abstände von der $\xi\eta$-Ebene = o. Dasselbe müsste auch für den Punkt Q eintreffen, wenn dieser mit N, O u. P auf einer Ebene läge. Es zeigt sich aber, dass dies nicht der Fall ist, und man wird zugeben, dass bei dem geringen Abstand der Punkte N, O, P, Q untereinander eine Entfernung von 3 mm von der Ebene NOP nicht als eine geringfügige bezeichnet werden kann.

Zeichnet man die für P und N gefundenen Coordinaten in einer Ebene auf und ebenso für den Punkt Q dessen ξ- und η-Werthe, durch welche also seine senkrechte Projection auf die Ebene NOP gegeben ist, so zeigt sich, dass diese vier Punkte immer eine eigenthümlich geknickte Curve bestimmen, deren Gestalt aus Tafel II ersehen werden möge. Wenn somit vier successive Lagen eines Rippenpunktes weder auf einer Ebene, noch auch nur annähernd auf einem Kreisbogen liegen, so lässt sich daraus mit Sicherheit

schliessen, dass eine feste Drehaxe, wie sie bisher angenommen wurde, nicht vorhanden sein kann.

Die Gestalt der gewonnenen Kurven ist eine auf den ersten Blick so paradoxe, dass einige Worte zur Erklärung nicht überflüssig erscheinen werden.

Bezüglich der Orientirung der Kurven bemerke ich zunächst, was sich freilich schon aus ihrer Ableitung ergiebt, — dass die nebeneinander stehenden Kurven nicht ohne Weiteres auf einander bezogen werden dürfen, da ja das Coordinatensystem bei jeder Bestimmung einer Kurve um unter einander verschiedene Winkel gedreht worden ist. Bei genauerer Betrachtung zeigt es sich, dass die zusammengehörigen Kurven — für Mitte und Vorderende einer Rippe — im Wesentlichen gleiche Configuration haben.

Sehr erstaunlich ist die eigenthümliche Knickung; ich war anfangs sehr geneigt, dieselbe auf Fehler in der Beobachtung oder Rechnung zu schieben, namentlich, da ich selbst gar nichts Anderes zu finden erwartete, als einen Kreisbogen. Ich habe mich durch wiederholte Kontrolversuche und Rechnungen überzeugt, dass die Möglichkeit eines Beobachtungsfehlers ausgeschlossen ist. Auch spricht gegen dieselbe die grosse Konstanz dieser Knickung; sie zeigte sich nicht nur bei allen Rippen der Messung VI, sondern auch bei anderen Messungen, überall wo die Rechnung ausgeführt wurde.

Ist aber ein Beobachtungsfehler ausgeschlossen, so giebt es für diese Knickung nur eine Erklärung, so viel ich sehen kann, nämlich die, von Meissner bereits angedeutete (s. Seite 6), auf Seite 21 erwähnte Bewegung der Drehaxe.

Wäre die Drehaxe unbeweglich, so müsste die Bahn eines Rippenpunktes nicht nur eine ebene Kurve, sondern auch ein Kreisbogen sein; bewegt sich aber die Achse, so sind rückläufige Bewegungen sehr wohl möglich. Betrachten wir zunächst das Vorderende der Rippe. Eine im Capitulargelenk auf der Drehaxe senkrechte Ebene wird, bei der Grösse der Seite 23 angegebenen Wendungswinkel im Allgemeinen die Rippe nach Aussen vom vorderen knöchernen Ende schneiden. Demnach wird das Vorderende z. B. bei einer Inspiration sich zunächst heben; wenn aber der Wendungswinkel und der positive horizontale Neigungswinkel wächst (resp. der negative abnimmt), wird das Vorderende eine Bewegung nach unten und vorn, d. h. eine rückläufige Bewegung machen müssen.

Ganz analog gestaltet sich die Sache in der Mitte der Rippe,

nur dass hier die rückläufige Bewegung keine so ausgeprägte sein kann. Und das finden wir auch in den Kurven der Tafel II ausgedrückt.

Auf die Kurven der unteren Rippen ist natürlich kein besonderes Gewicht zu legen, da ja hier das Tubercular-Gelenk ziemlich locker ist.

Ich habe mich bemüht, über die Art der Ablenkung, welcher also die Drehaxe unterworfen sein muss, an Hand meiner Messungen Näheres auszumachen, — leider ohne Erfolg, da sich keine speciellen Voraussetzungen machen liessen und zur eindeutigen Bestimmung der Curve auf analytischem Wege Messungen eines Rippenpunktes in einer sehr grossen Anzahl successiver Lagen nöthig wären, deren Ausführung mir bisher nicht möglich war.

Ferner versuchte ich, durch die Gelenke am Processus transversus und Wirbelkörper passende Schnitte zu legen, sei es — nach Entkalkung und Einbettung — mit dem Mikrotom, sei es mit der Säge — und sodann die Krümmungsradien an verschiedenen Orten der Gelenkflächen zu bestimmen. Wegen der Kleinheit des Objects konnte ich auch hier nicht zu sicheren Resultaten gelangen.

Einige allgemeine Bemerkungen mögen hier noch ihre Stelle finden.

Nimmt man eine Rippe mit den zugehörigen beiden Wirbeln aus der Wirbelsäule heraus, präparirt sorgfältig die Gelenke und führt, unter Vermeidung alles Drückens und Biegens, die Rippe aus tiefster Senkung zu grösster Hebung, so sieht man deutlich diese Bewegung in zwei Phasen zerfallen, welche an den verschiedenen Rippen zwar verschieden markant, an der fünften bis achten Rippe aber besonders deutlich sind. In der ersten Phase ist die eigentliche Drehung der Rippe eine sehr geringe, dagegen gleitet das Tuberculum auf der zugehörigen Gelenkfläche nach oben und hinten; es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Drehaxe dieser Bewegung folgt. In der zweiten Phase hört die letztere Bewegung auf und es tritt dafür eine ausgiebigere Drehung der Rippe ein.

Diesem Verhalten entspricht auch die Beschaffenheit der Gelenkflächen am Processus transversus und Tuberculum. Diese Gelenkflächen stellen nämlich bei der Mehrzahl der Rippen fast ebene Ellipsen dar und es zeigt sich, dass die Gelenkfläche am Tuberculum durchgehends schmäler ist, als die zugehörige am Processus transversus. Es lässt sich schon aus diesem Verhalten ein Gleiten der kleineren auf der grösseren Gelenkfläche vermuthen.

Da, wie ich schon betont habe, die Rippenbewegung in erster Instanz durch die Lage der beiden Gelenke bedingt sein muss, so habe ich auch die Mitten der Gelenkflächen an Querfortsatz und Wirbelkörper mit meinem Coordinatenapparat gemessen und darnach die beigefügte Tabelle zusammengestellt. Die in derselben enthaltenen Werthe sind durch Umrechnung aus den ursprünglichen Zahlen so gefunden, dass für jeden Wirbel das Coordinaten-System parallel mit sich selbst in die Mitte der Gelenkfläche am Wirbelkörper verschoben wurde.

Ein negatives Vorzeichen bedeutet für X die Richtung nach hinten, für Y die, von der Medianebene nach aussen, für Z die nach unten.

Coordinaten der Processus transversi

bezogen auf die Mitte der Gelenkflächen an den zugehörigen Wirbeln.

Wirbel	Messung No. III			IV			V			VI		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	— 7	—19	+3	—15	—22	+7				— 9	—25	+10
2	—23	—19	+8	—21	—18	+6	—18	—14	+5	—15	—18	+ 9
3	—25	—20	+3	—22	—18	+6	—25	—10	+2	—15	—15	+ 8
4	—22	—16	+4	—25	—15	+7	—26	—13	+2	—16	—17	+ 4
5	—20	—16	0	—31	—15	—2	—23	—15	—1	—16	—18	+ 3
6	—23	—16	—4	—30	—18	—7	—23	—14	—1	—21	—18	0
7	—26	—15	—3	—39	—17	—6	—21	—14	—3	—19	—15	+ 1
8	—22	—14	—5	—19	—17	—8	—21	—14	—6	—19	—15	— 2
9	—20	—14	—6	—17	—17	—9	—20	—12	—6	—16	—10	— 4
10	—19	—10	—5	—23	—16	—9						

Aus den Werthen der Tabelle ist der Wendungs- und horizontale Neigungswinkel der, die Mitten zweier zusammengehöriger Gelenkflächen verbindenden Geraden leicht berechnet.

Seien x, y, z die Coordinaten einer Gelenkfläche am Processus transversus, bezogen auf die Gelenkfläche am zugehörigen Wirbelkörper, sei ferner der horizontale Neigungswinkel $= \alpha$, der Wendungswinkel $= \beta$, so ist

$$\text{tang } \alpha = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}. \qquad \text{tang } \beta = \frac{x}{y}.$$

Darnach ergeben sich aus meinen Messungen III, IV, V und VI die in nachstehender Tabelle eingestellten Werthe. Zum Vergleich sind die Werthe Trendelenburg's, Meissner's und Volkmann's mit aufgeführt und aus allen die Mittelwerthe gesucht.

Tabelle der horizontalen Neigungswinkel in Graden.

Rippe	Messung No. III	Mann von 60 Jahren	Frau von 55 Jahren	Frau von 65 Jahren	Rippe	Messung No. III	Mann von 60 Jahren	Frau von 55 Jahren	Frau von 65 Jahren
1	+ 9	+15		+20	6	— 8	—11	— 2	0
2	+15	+12	+12	+21	7	— 6	— 8	— 6	— 2
3	+ 5	+12	+ 4	+20	8	—10	—17	—13	— 5
4	+ 9	+13	+ 4	+10	9	—14	—20	—14	—12
5	+ 0	+ 3	— 2	+ 7	10	—13	—17		

Tabelle der Wendungswinkel in Graden.

Nr. der Rippe	Trendelenburg der ältere	Trendelenburg der jüngere	Meissner	Volkmann	Ehlermann				Summe	Mittelwerthe
					Messung No. III	Mann von 60 Jahren	Frau von 55 Jahren	Frau von 85 Jahren		
1	10	10	36	9	20	34		20	189	27
2	40	35	56	26	50	49	52	40	348	43
3	55	47	64	28	51	51	68	45	405	51
4	60	52	66	35	54	59	63	43	429	54
5	58	49	67	36	51	64	56	41	421	53
6	56	47	68	35	55	59	58	40	419	51
7	55	46	69	35	63	66	56	52	445	56
8		45	70	46	58	48	56	52	305	51
9		43	71	44	55	45	59	58	246	41
10		42	72	46	62	55			205	51

Aus dem Vorstehenden können wir folgende Schlüsse ziehen:

A. In Bezug auf die Verbindungsgerade zwischen den beiden Anheftungspunkten der Rippe:

Der Wendungswinkel ist immer positiv.

Der Wendungswinkel wächst von der ersten zur zweiten Rippe sehr bedeutend, im Mittel um 16°.

Der Wendungswinkel wächst von der zweiten zur dritten Rippe, aber bedeutend weniger, als zwischen erster und zweiter Rippe.

Der Wendungswinkel erreicht an der dritten Rippe ein Maximum, welches bei allen folgenden Rippen — mit mehr oder weniger grossen Schwankungen — verbleibt.

Die Grösse des Wendungswinkels variirt individuell. Es scheint eine gewisse Abhängigkeit der Wendungswinkel von dem der ersten Rippe zu existiren. (Ob eine gesetzmässige Abhängigkeit von Alter oder Gesundheitszustand vorhanden ist, wäre ein Gegenstand späterer Untersuchungen.)

Der horizontale Neigungswinkel ist oberhalb der fünften Rippe positiv, unterhalb derselben negativ.

Der horizontale Neigungswinkel nimmt im Allgemeinen von der ersten zur fünften Rippe ab, von der sechsten bis zehnten wieder zu, doch oft mit grossen Schwankungen.

Die Grösse des horizontalen Neigungswinkels variirt individuell.

Die horizontale Neigung ist im Allgemeinen geringer als die Wendung.

B. In Bezug auf die Drehaxe:

Eine Gerade, um welche sich die Rippe als um eine feste Axe dreht, existirt nicht.

Die Drehaxe hat während der Bewegung einer Rippe eine Eigenbewegung, in welcher das distale Ende grössere Wege zurücklegt, als das proximale.

Die Ablenkung, welche die Drehaxe erfährt, ist wahrscheinlich eine solche, dass während einer Inspirationsbewegung der Wendungswinkel wächst, der horizontale Neigungswinkel abnimmt.

Folgerungen.

Nachdem wir die Art der Anheftung der Rippen an der Wirbelsäule näher untersucht haben, müssen wir nun fragen, welche Bedeutung diese Anheftungsweise bei der Erweiterung des Thorax hat.

Wir haben bisher die Rippe ausser Verbindung mit dem Sternum betrachtet und können deshalb, da Biegungen ausgeschlossen

sein müssen, den Rippenbogen selbst als beliebige, constante Grösse vorläufig in die Untersuchung einführen.

Gehen wir zunächst wieder von dem einfachsten Fall, von der Drehaxe in Normalstellung aus.

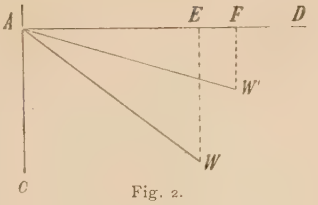


Fig. 2.

Stelle AC (Fig. 2) die Wirbelsäule vor, AW die Sehne einer Rippe, welche bei einer Hebung nach AW' gehoben werde. Projicirt man W und W' senkrecht auf einen durch A gehenden Horizontalschnitt, so muss W' weiter von A entfernt sein als W. In Fig. 3 stelle nun AB den Schnitt der Medianebene mit dem eben erwähnten Horizontalschnitt dar. E sei die Projection von W, F die von W' auf denselben. Es zeigt sich, dass der Querschnitt des Thorax bei einer Hebung der Rippe von AW nach AW' um das halbmondförmige Stück E'GF'*) zunimmt. Nehmen wir nun an, die Drehaxe AD sei aus ihrer Normalstellung nach hinten gedreht, so ist leicht einzusehen, dass die Projection E, welche sich in Fig. 3 parallel der Medianebene nach F bewegte, sich nunmehr von derselben entfernen muss (siehe Fig. 4). Gleiche Grössenverhältnisse vorausgesetzt ist also durch die Wendung der Drehaxe nach hinten die Fläche EFE'' für die Thorax-Erweiterung gewonnen.

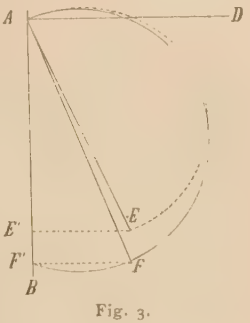


Fig. 3.

Untersuchen wir ferner den Einfluss einer Neigung der Drehaxe unter ihre normale Stellung. In Fig. 5 und 6 sei AC ein Stück der Wirbelsäule, W und W' Projectionen des vorderen Rippenendes auf eine durch A gehende Frontalebene. Bei normaler Stellung haben W und W' gleiche Abstände von der Medianebene. Bei negativen Neigungswinkeln dagegen wird sich W' von derselben entfernen, wenn der Punkt zwischen ihr und der Drehaxe liegt.

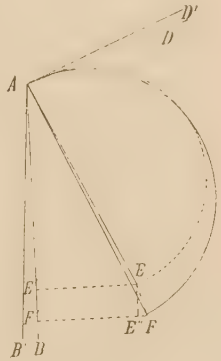


Fig. 4.

*) Durch ein Versehen ist in Fig. 3 der Buchstabe G weggelassen. Er bezeichnet den Schnittpunkt des punktirten und des ausgezogenen Kreisbogens.

Während also in Fig. 5 der Thorax keine seitliche Erweiterung erfährt, zeigt sich in Fig. 6, dass bei negativem Neigungswinkel der transversale Halbmesser des Thorax um die Differenz der Abstände der Punkte W und W′ wachsen muss. So zeigt sich, dass aus der eigenthümlichen Anordnung der Drehaxe eine seitliche Erweiterung des Thorax resultirt, welche bei einer Normalstellung gleich Null sein würde.

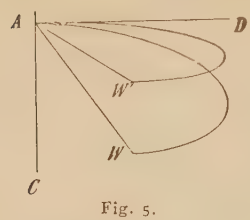


Fig. 5.

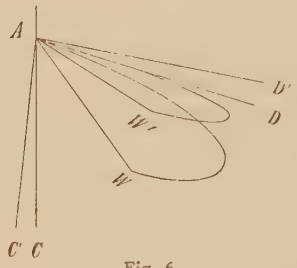


Fig. 6.

Ein noch viel grösserer Gewinn für die Thoraxerweiterung muss sich aber ergeben, wenn sich die von mir als wahrscheinlich bezeichnete Bewegung der Drehaxe bewahrheitet. Nehmen wir an, in Fig. 4 werde die Drehaxe AD um einen ganz kleinen Winkel DAD′ nach rückwärts gedreht, so wird die Rippe folgen, und der Effect derselbe sein müssen, als wenn die Medianebene um den gleichen Winkel BAB′ gedreht würde; d. h. wenn die beiden Drehaxen eines Rippenringes um einen Winkel DAD′ nach hinten gehen, so erweitert sich der Flächeninhalt des betreffenden Rippenringes um ein gleichschenkliges Dreieck, welches den sagittalen Durchmesser des Rippenringes zur Höhe, und zum Winkel an der Spitze 2 DAD′ hat. Bedenkt man, wie kurz der Abstand der beiden Rippengelenkflächen im Verhältniss zum sagittalen Durchmesser besonders an den unteren Rippenringen ist, so wird man begreifen, wie schon kleine Bewegungen der Drehaxe im angegebenen Sinn eine bedeutende Volumvermehrung des Thorax bedeuten müssen.

Ganz dasselbe gilt für den Fall, dass die Drehaxe bei der Hebung etwas nach oben geht, und es ist bemerkenswerth, dass diese Verschiebung gerade an den untern Rippen (von der fünften abwärts) am auffälligsten ist.

Ich möchte hier auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher mir als bemerkenswerther Beleg für die durch die Anpassung bedingte Zweckmässigkeit in der Natur erschienen ist, nach welcher jede zu leistende Arbeit mit einem möglichst geringen Aufwand von Kraft ausgeführt wird. Erwägt man, dass das Capitulum keine oder nur sehr geringe Bewegungen ausführen kann, so ist klar, dass jeder Rippenpunkt, welcher Art auch immer die durch

das Tuberculargelenk bedingte Axenbewegung sei, immer denselben Abstand vom Capitulargelenk bewahren, d. h. sich auf der Oberfläche einer Kugel bewegen muss. Wenn aber die Kugel gerade diejenige Körperform ist, welche im Verhältniss zum Volumen die kleinste Oberfläche hat, so muss in Folge der dargelegten Beschaffenheit der Rippengelenke jede Bewegung eines Rippenpunktes die bei der Bewegungsgrösse denkbar grösste Erweiterung resp. Verengerung des Thorax bewirken.

Es bleibt noch der Einfluss der Rippengestalt auf die Thoraxbewegung zu betrachten. Zu diesem Zwecke kann man den Rippenbogen in drei Stücke zerlegt denken; ein hinteres, welches mit der Drehaxe einen nach aussen offenen, ein vorderes, welches mit der Drehaxe einen nach innen offenen, und ein mittleres, welches mit der Drehaxe einen rechten Winkel bildet. Letzteres beschreibt bei der Rippenbewegung eine Scheibenfläche, während der hintere und vordere Abschnitt sich auf Kegelflächen bewegen müssen. Nun sei in Fig. 7 Punkt A der Schnitt einer Drehaxe. CB stelle die äussere Fläche des vorderen Rippenendes dar. Wenn BC bei der Rippenhebung nach B′C′ gelangt, wobei natürlich die Abstände B und C von A unverändert bleiben müssen, so zeigt sich, dass die äussere Rippenfläche sich mehr nach oben wenden muss. Hieraus erklärt sich die, von Haller und Späteren als Specificum beschriebene „Rippenrollung".

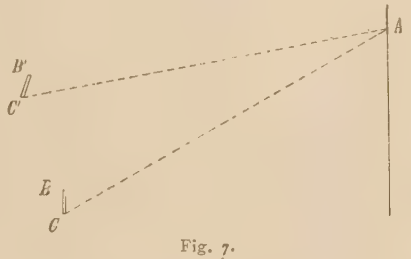


Fig. 7.

II. Die Bewegungen des einzelnen Rippenringes.

Die zwei an einem Wirbel befestigten Rippen sind durch eingeschalteten Knorpel untereinander in Verbindung. Derselbe sei zunächst, der Einfachheit halber, als sehr klein angenommen. In Fig. 8 liege bei A der Schnitt der beiden Drehaxen BC und DE. Die rechts befindliche Rippe wird

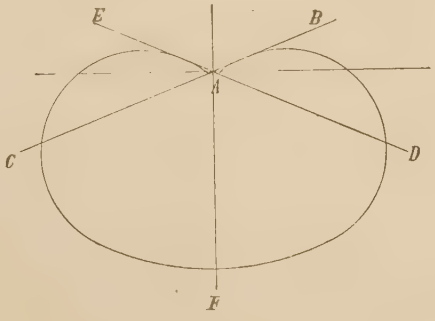


Fig. 8.

bei einer Drehung um die Axe BC ihre Bewegung durch Vermittlung des Knorpelstücks F der anderen Rippe mittheilen und zwar dem vor dem Schnittpunkt der Drehaxe BC mit der Rippe liegenden Abschnitt eine Bewegung im gleichen, — dem dahinterliegenden Abschnitt eine solche im entgegengesetzten Sinne. Genau dasselbe gilt für die linke Rippe und deren Bewegung. Also sind auf jeden Punkt des Rippenringes bei der Hebung zwei, nach verschiedener Richtung drehende Kräfte wirksam, welche sich zum Theil gegenseitig aufheben, zum andern Theil eine auf die Wirbelsäule gerichtete Resultante haben (s. Volkmann, No. 154).

Wenn ferner, wie wir oben sahen, in Folge der Beschaffenheit der Drehaxe sich ein Rippenpunkt bei der Hebung von der Medianebene entfernen muss, so wird auf Punkt F von jeder Seite eine nach aussen ziehende Kraft wirken, welche, wenn F nach keiner Seite folgen kann, in eine Biegung der Rippen umgesetzt wird. Ein solcher Rippenring wird daher bereits eine bestimmte Gleichgewichtslage besitzen, in welche er stets von selbst, d. h. in Folge der von der ablenkenden Kraft in ihm erzeugten Spannung, zurückkehrt, möge er nun nach oben oder unten abgelenkt sein.

Auf den ersten Rippenring, dessen Knorpel sehr kurz sind, lässt sich das Vorhergehende ohne Weiteres anwenden; die Einschaltung eines längeren Knorpelstücks bedingt einige Modificationen, indem die Fortpflanzung der Drehbewegung einer Rippe auf ihren Partner abgeschwächt, die erzeugte elastische Spannung entsprechend verkleinert wird. Dies gilt für die obere Gegend des Thorax (zweite bis sechste Rippe).

Ist nun der Knorpel noch dazu geknickt, so tritt noch eine Erscheinung auf. Angenommen, die Knickung bilde einen nach oben offenen Winkel, so wird durch den oben erwähnten seitwärts wirkenden Zug nicht mehr eine Biegung der Rippen, sondern eine Erweiterung des Knickungswinkels bewirkt. Hier werden also so gut wie keine elastischen Kräfte am Rippenring mehr bewirkt; höchstens können die Knorpel auf eine Wiederherstellung des ursprünglichen Knickungswinkels tendiren.

III. Die Bewegungen des Doppelringes.

Stelle Fig. 9 einen Doppelring vor, welcher sich aus der Stellung ABCD nach ABC′D′ hebt. Es verkleinert sich dabei der ∢ ADC zu AD′C′, es vergrössert sich DCB zu D′C′B. Daraus geht hervor,

dass, wenn DC das Sternum vorstellt, eine Verschiebung desselben in Bezug auf die Rippenbogen und, wenn diese mit dem Sternum durch Knorpel verbunden sind, eine Torsion der Knorpel stattfinden muss. Diese Torsion findet bei dem oberen Knorpel immer im entgegengesetzten Sinne statt, wie bei dem untern, woraus hervorgeht, dass, vom zweiten Knorpel an ein jeder zwei, im entgegengesetzten Sinne wirkenden Kräften, — welche sich also theilweise aufheben müssen, — unterworfen ist.

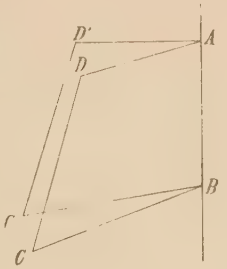


Fig. 9.

Ferner wird bei den verschiedenen Durchmessern der verbundenen Rippenringe eine Drehung des Sternum DC gegen die Wirbelsäule stattfinden müssen, eine Drehung, deren Bedeutung im nächsten Abschnitt klar werden wird.

IV. Die Bewegungen des Gesammtthorax.

„Der Thorax ist," wie es Helmholtz treffend formulirt hat, „als ein Korb von elastischen Stäben zu betrachten, deren jeder eine Gleichgewichtslage hat, aus welcher er bei der Inspiration durch den Muskelzug entfernt wird und in welche er bei der Exspiration von selbst wieder zurückspringt."

Wir werden den Einfluss zu untersuchen haben, welchen einerseits die Wirbelsäule, andererseits das Sternum auf die Bewegung der Rippen, und somit auf die Gesammtbewegung des Thorax ausüben.

Dass die Bewegungen der Wirbelsäule einen Einfluss auf das Thoraxvolumen haben, ist bereits von mehreren Forschern festgestellt worden. Am deutlichsten beweist es wohl die Beobachtung Esbach's, welcher am Spirometer Personen in drei Stellungen der Wirbelsäule auf ihre Lungencapacität untersuchte, nämlich:

1) Bei möglichster Streckung (dos plat).
2) Bei möglichster Beugung, d. h. mit über der Brust gekreuzten Armen (poitrine plate).
3) Bei einer bequemen Mittelstellung.

Er fand die vitale Capacität

im ersten Fall = 3480 cm,
im zweiten Fall = 3450 „
im dritten Fall = 4380 „

v. Ebner fand bei seinen Messungen am Thorax, dass Streckung der Wirbelsäule Entfernung der Rippen von einander bewirke.

Ueber die Beweglichkeit der Rippen im Thorax hat Volkmann sehr genaue Messungen ausgeführt. Es ergibt sich aus denselben, dass bei zunehmendem Gewicht die Hebung einige Zeit ebenfalls zunimmt, während die Senkung ziemlich rasch ein Maximum erreicht. Bemerkenswerth ist dabei die Beobachtung, dass sich dieses Verhältniss umkehrte, sobald man den Thorax nicht am Hals, sondern an der Lendenwirbel-Säule aufhängte. Es beweist dies, dass nicht nur durch die Anheftungsweise der Rippen und ihre Verbindung unter einander die Gleichgewichtslage des Thorax bedingt ist, sondern dass auf diese auch die Schwerkraft ihren Einfluss übt.

Es bleibt nun noch der Einfluss des Sternum auf die Thoraxbewegung zu untersuchen.

Die erste und zweite Rippe lassen sich gewissermassen als Träger des ganzen Gebäudes auffassen. Indem nämlich sowohl die Drehaxen der ersten und zweiten Rippe sehr abweichende Wendungswinkel besitzen, und die Krümmungsradien, wie die sagittalen Durchmesser des ersten und zweiten Rippenringes sehr different sind, so ist eine Bewegung dieses Doppelringes sehr erschwert; wenn aber eine Bewegung desselben dennoch bewirkt wird, so entstehen bedeutende elastische Kräfte, welche den Thorax in die Ruhelage zurückführen. Dass die unteren Rippen von dem obersten Doppelring thatsächlich getragen werden, lässt sich beweisen, indem man das Sternum zwischen den Rippenringen, mit Ausnahme des ersten und zweiten, quer durchschneidet; alle Ringe sinken dann herunter, nur der oberste Doppelring steigt ein wenig.

Am Schluss des vorhergehenden Abschnittes erwähnte ich bereits eine Drehung des Sternum, deren Bedeutung jetzt näher zu untersuchen ist. Betrachten wir zu diesem Zweck den ersten bis vierten Rippenring. Der zum oberen Doppelring gehörige Sternalabschnitt wird bei einer gewissen Hebung eine ganz bestimmte Drehung erfahren, und ebenso das den dritten und vierten Ring verbindende Stück des Sternum. Wenn nun diese beiden Drehungen nicht genau gleichmässig erfolgen, so muss eine Knickung des Sternum durch die Hebung angestrebt werden. Thatsächlich beobachtet man auch zuweilen an Knaben bei sehr tiefer Respiration eine Einknickung des Sternum in der Symphyse zwischen Manubrium und

Corpus sterni. Wenn aber, wie bei Erwachsenen, diese Einknickung unmöglich gemacht ist, so werden statt dessen die Rippenringe gebogen werden müssen. Nun stellen aber alle Rippen von der zweiten an ungefähr Ellipsen dar, deren grosse Axe die Rippensehne ist; es muss daher eine Wölbung der Rippen eine Annäherung an die Kreisform bedeuten, und wir finden so eine sehr zweckmässige Vorrichtung, um bei gleichbleibender Oberfläche eine Volumvermehrung des Thorax zu bewirken.

Anders ist das Verhalten im unteren Thoraxabschnitt, wo sich eine Reihe von Knorpeln vereinigt an das Sternum ansetzt, da hier eine Drehung im gemeinschaftlichen Insertionspunkt der Knorpel am Sternum stattfinden kann.

Da ferner durch die Einschaltung des Sternum die Bewegung der oberen Rippen beschränkt ist, so werden die unteren Rippen grössere Bewegungen ausführen, als jene; ihre vorderen Enden also sich gegen das Sternum heben. Nun sind aber diese Vorderenden mit dem Sternum durch nach innen und oben ansteigende Knorpel verbunden, welche bei einer solchen Hebung um eine von vorn nach hinten durch das Sternum gelegte Axe gedreht werden müssen. Dabei wird sich aber das äussere Ende der Knorpel vom Sternum resp. der Medianebene entfernen müssen und die Rippenknochen mit sich nehmen, wodurch abermals eine Thoraxerweiterung bedingt ist.

Ich fasse das Resultat der vorstehenden Betrachtungen in folgende Sätze zusammen:

Der Thorax in Bändern besitzt eine Gleichgewichtslage, welche durch die Anheftung der Rippen am Wirbelkörper und Processus transversus einerseits, am Sternum andererseits, endlich durch die Schwerkraft bedingt ist.

Aus jeder Ablenkung, sowohl nach Seite der Inspiration, wie auch der Exspiration, kehrt der Thorax von selbst in diese Ruhelage zurück.

Die Volumvermehrung des Thorax wird bewirkt:

1) Im sagittalen Durchmesser, indem der horizontale Neigungswinkel der Rippen abnimmt.

2) Indem die Rippenpunkte sich in Folge der eigenthümlichen Anordnung der Drehaxe bei der Hebung von der Medianebene entfernen.

3) Indem sich die Rippenpunkte in Folge der eigenthümlichen Bewegung der Drehaxe von der Medianebene entfernen.

4) Indem die Rippen in Folge der Beschaffenheit der einzelnen Rippenringe bei der Hebung stärker gewölbt werden.

5) Indem die Rippen des unteren Thoraxabschnittes durch die Drehung ihrer Knorpel nach aussen gestossen werden.

Bei der Ablenkung des Thorax aus seiner Ruhelage kommen folgende elastische Kräfte zur Geltung:

1) Biegung (Wölbung) der einzelnen Rippen.
2) Biegung im Sternum.
3) Biegung der Rippen-Knorpel.
4) Torsion der Rippenknorpel.

ANHANG I

AUSMESSUNGEN

DES

RUHENDEN THORAX

MESSUNG No. I.

Frau von 67 Jahren.

Strassburg, den 20. und 21. August 1884.

Nummer des Intercostalraums	Abstand vom angulus costae in cm.	Ursprünge der Externi u. Interni			Insertionen der Jc. externi			Insertionen der Jc. interni		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I	1	167	128	391	149	122	379	138	121	379
	2	165	104,5	376	153	94,5	355	151	103	360
	3	164	105	360	168	80	332	159	93,5	345
	4	185	105	344	197	88	316	176	87,5	332
	5	202	113,5	332	218	100	309	207	95	312
	6	221	120,5	324	237	121	293	230	121	194
	7	233	135	319						
II	1	147	122	377	128	109	362			
	3	148	90	352	154	59	307,5	134	101	347
	5	168	74	323	187	67,5	280	144	69	319
	7	193	84	299	216	86	268	178	65	289
	9	232	100	285				212	85	270
	11	247	145	276				249	132	255
III	1	124	119	359	109	101	240			
	3	122	80	335	121	50,5	311	116	97	335
	5	141	58	309	151	45	274	124	52,5	309
	7	171	55	284	183	54	243	146	47	276
	9	202	73	259	210	76	232	176	52	252
	11	229	93	244				209	75	231,5
	13	248	133,5	244				247	119,5	225
IV	1	103	108,5	338	98	95	313			
	3	106	75	314	113	52	285	99	83	308
	5	122	50	289	134	40	262	108	51	286
	7	148	41	259	164	38	230	127	35,5	261
	9	176	49	233	189	54	206	157	37	229
	11	203	70,5	214				186,5	53	206
	13	231	101	202				218	85	183
	15	251	131	216				247	122	192
V	1	93	96	308	81	75	283	89	69	282
	3	94	61	290	90	44	258	99	45,5	263
	5	111	40	261	123	29	231	124	31	234
	6	123	33	249				150	31	208
	7	137	31	233	256(?)	30	197	180	45	169
	9	166	38,5	204	175	43	170	198	69	151
	11	192	61	182	197	72	146	231	114	156
	13	219	95	167						
	15	240	120,5	176						

Nummer des Intercostalraums	Abstand vom angulus costae in cm.	Ursprünge der Externi u. Interni			Insertionen der Jc. externi			Insertionen der Jc. Interni		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
VI	1	77	89	284	66	79,5	266			
	3	78	57	266	86	39	234	71	64,5	260
	5	99	34	239	114	24	205	88	39	236
	7	126	26	213	149	27	164	111	27	213
	8	153	29	286				137	26	183
	9	166	37	169	174	47	134			
	10	177	46	157				162	38	152
	11	186	62,5	142						
	12	194	79	139				183	63	124
	13	204	97	137						
VII	1	69	81	249	61	68	214	68	88	226
	3	76	51	224	83	34	189	68	59	210
	5	98	29	199	111	20	158	86	36	190
	7	124	22	168	144	22	118	109	24	162
	9	151	24,5	139	163	34	97	134	21	133
	11	174	40	109				157	31	102
	13	194	67	84				186	59	62
VIII	1	59	82	212	51	67	179	57	91	199
	3	64	51	189	69	34	147	52	65	179
	5	85	30	163	95	20	120	63	40	154
	7	112	19	133	123	16	85	89	23	125
	9	141	23	102				110	17	99
	11	165	39	76				146	28	69
IX	1	50	90	181	48	74	142	55	96	172
	3	52	59	157	58	44,5	108	46	80	150
	5	67	34	131	78	30	71	51	54	122
	7	91	19	103	101	29	50	69	34	88
	9	122	20	74	128	36	34	92	29	57
	11	149	33	49				131	36	37
	13	171	60	34						
X	1	42	95	148	46	83	98	58	105	134
	3	45	68	118	53	64	64	44	85	108
	5	57	46	87				51	67,5	72
	7	79	34	55				62	53	44
	9	110	34	31				92	47	18
	11	146	47,5	19						
XI	1	48	105	113	47	97,5	73			
	3	44	85	47	45	84	49			
	5	53	64,5	42				49	80,5	37

MESSUNG No. IV.

Mann von 61 Jahren.

Strassburg, den 30. bis 31. December 1884.

Nummer des Intercostalraums	Abstand von der Mittellinie in cm.	Ursprünge der Externi u. Interni			Insertionen der Jc. externi			Insertionen der Jc. interni		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I	— 2	159,9	94,1	398,3	147,1	74,9	377,8			
	— 1	168,5	83,5	382,8	160,5	59,8	358,8	144,2	84,2	385,8
	0	183,0	78,3	369,0	192,7	60,8	341,7	159,4	62,7	362,1
	+ 1	199,8	82,9	362,0	216,2	66,4	339,5	178,1	59,7	352,0
	+ 2	219,3	90,7	359,6	238,4	83,0	332,6	197,6	61,3	345,1
II	— 4	134,6	87,0	383,6	126,3	62,9	351,6	119,2	91,5	369,6
	— 2	145,0	57,1	357,6	162,6	34,6	318,2	126,4	64,8	353,1
	0	176,9	45,3	337,8	201,1	38,7	305,7	157,6	38,6	324,0
	+ 2	214,6	58,2	327,8	235,8	59,0	298,8	187,7	36,4	311,9
	+ 4	243,5	82,4	320,2				225,5	50,6	301,4
III	— 4	117,0	67,5	343,9	126,8	43,8	313,8	116,0	66,4	332,6
	— 2	140,5	41,6	323,5	157,0	30,1	294,0	125,7	43,2	315,1
	0	174,5	31,0	302,5	198,2	27,0	271,7	155,0	33,2	295,4
	+ 2	211,5	41,3	292,4	229,3	41,1	263,0	190,8	25,5	276,1
	+ 4	245,0	62,9	284,1				226,1	40,3	265,2
IV	— 4	109,1	51,2	313,1	122,2	33,2	285,0	97,5	52,0	303,9
	— 2	137,3	29,8	291,5	154,4	20,9	265,2	115,9	37,8	289,8
	0	171,7	24,4	272,1	192,3	19,0	241,9	152,0	22,0	267,7
	+ 2	207,9	26,4	257,9	229,3	30,1	228,7	185,1	18,3	249,1
	+ 4	240,3	44,4	245,2				215,9	26,5	234,8
V	- 6	85,3	70,4	305,2	84,6	53,2	280,2			
	— 4	102,2	40,4	281,8	117,1	27,6	253,0	92,1	46,2	272,7
	2	132,8	25,3	261,0	150,2	19,3	233,1	116,0	28,7	253,9
	0	166,8	17,8	244,6	188,5	15,2	214,1	149,7	17,7	235,4
	+ 2	203,4	21,0	227,6	220,0	22,3	198,3	181,7	15,8	218,2
	+ 4	237,3	34,4	212,7	246,7	30,0	181,8	216,2	20,5	200,3

Name des Intercostalraums	Abstand von der Mittellinie in cm.	Ursprünge der Externi u. Interni			Insertionen des Jc. externi			Insertionen der Jc. interni		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
VI	— 6	74,1	60,4	270,9	80,4	42,3	244,2			
	— 4	93,8	36,4	248,5	115,8	25,5	215,4	83,6	44,1	241,3
	— 2	123,9	22,0	228,4	157,1	13,0	191,4	112,5	25,6	218,2
	0	156,4	15,1	209,6	190,7	10,7	167,0	142,4	17,7	199,1
	+ 2	191,8	13,6	189,6	217,3	14,4	152,8	175,6	11,8	178,1
	+ 4	225,7	24,0	172,7	242,2	24,3	136,0	210,4	12,8	156,0
	+ 6	258,2	39,2	156,9				236,9	22,5	139,1
VII	— 4	85,2	39,9	221,8	101,9	29,3	193,3	76,4	46,3	212,1
	— 2	119,4	22,4	201,3	145,9	12,5	162,6	106,5	27,3	191,2
	0	150,5	12,5	178,7	169,8	6,2	143,4	139,6	13,3	167,7
	+ 2	183,5	9,6	156,1	207,1	5,0	109,6	167,6	12,8	146,1
	+ 4	217,7	14,0	135,9				195,9	5,3	121,5
	+ 6	246,4	24,3	113,3				228,6	9,6	91,3
VIII	— 4	80,2	39,3	190,7	99,6	22,3	162,3	72,6	44,8	180,0
	— 2	110,1	20,6	170,0	132,7	6,3	135,9	96,1	25,8	163,6
	0	142,9	7,8	144,9	157,4	—0,2	113,3	126,6	8,7	140,5
	+ 2	173,7	1,7	122,1				149,7	1,2	121,6
	+ 4	205,3	4,2	96,4						
	+ 6	231,8	7,5	68,6				217,6	3,1	53,2
IX	— 4	75,4	40,8	161,5	96,7	21,8	126,9			
	— 2	102,6	18,3	141,6	128,2	9,1	100,9	89,6	25,9	132,8
	0	133,5	4,4	117,5				104,3	12,8	111,9
	+ 2	165,6	—3,0	92,0	181,7	0,2	47,5	145,0	0,1	85,8
	+ 4							176,9	0,1	54,2
	+ 6	219,8	1,7	36,8				213,9	1,7	21,7
X	— 4	75,8	48,3	125,4	97,0	33,6	90,2	76,8	57,8	112,4
	— 2	97,0	24,1	107,8	125,0	18,2	60,9	92,2	37,9	94,3
	0	130,9	6,9	83,2				118,6	19,7	66,6
	+ 2	161,6	—0,1	57,4				145,5	13,1	43,5
	+ 4	186,1	4,4	26,6				176,8	12,1	12,3

MESSUNG No. V.

Frau von 55 Jahren.

Strassburg, den 2. bis 4. Januar 1885.

Nummer des Intercostalraums	Abstand von der Mittellinie in cm.	Ursprünge der Externi u. Interni			Insertionen der Jc. externi			Insertionen der Jc. interni		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I	Process. transv.	138,9	97,5	360,2	135,3	63,1	336,4			
	— 2	146,6	78,0	348,9	146,3	50,5	330,1			
	— 1	159,0	65,3	339,9	189,9	45,8	306,3			
	0	174,3	60,3	328,1	208,6	53,0	298,7			
	+ 1	188,7	65,7	317,4	225,6	68,4	290,2	175,8	42,1	315,6
	+ 2	207,6	73,4	309,9				196,0	47,9	304,1
	+ 3	220,6	86,5	303,9				223,3	66,4	291,8
	+ 4	226,4	105,4	305,9				240,5	110,6	282,8
II	Process. transv.	128,5	96,9	345,5	112,3	79,7	324,1			
	— 4	126,9	83,4	340,0	113,6	66,1	319,4			
	— 2	138,2	47,4	323,0	152,3	27,5	299,0			
	0	174,2	33,5	308,5	199,4	25,9	285,9	156,3	27,0	297,5
	+ 2	209,7	49,8	293,3	233,6	49,7	271,5	196,3	24,5	286,9
	+ 4	236,3	76,8	277,0				231,0	49,2	273,9
	+ 6	246,1	114,0	274,5				250,5	98,2	254,0
III	Process. transv.	119,9	105,3	324,8	105,5	88,1	306,3			
	— 6	108,9	88,8	319,1	101,4	68,4	299,6			
	— 4	115,5	50,9	306,4	124,8	31,3	288,1			
	— 2	142,9	20,9	290,6	159,8	13,6	272,6	132,4	27,0	284,9
	0	180,5	17,3	281,2	197,7	11,8	258,5	162,4	13,5	272,9
	+ 2	217,2	31,4	268,9	234,4	31,4	243,1	198,7	13,7	260,6
	+ 4	242,6	57,3	253,2				234,0	32,4	243,8
	+ 6	251,3	94,2	244,5				253,6	75,8	225,5
IV	Process. transv.	112,3	105,3	304,4	97,2	75,5	280,8			
	— 6	101,4	68,0	393,9	100,0	53,1	275,9			
	— 4	114,9	35,7	280,9	129,3	22,1	261,5			
	— 2	144,9	15,6	266,0	162,7	5,1	246,4	131,8	20,3	261,5
	0	181,2	7,8	254,6	203,0	5,4	229,9	166,8	7,6	247,3
	+ 2	217,4	16,9	239,2	229,9	17,8	215,3	202,5	6,4	231,1
	+ 4	244,5	41,1	221,4				237,2	22,7	211,0
	+ 6	256,2	79,6	217,1				256,3	57,3	194,5

Nummer des Intercostalraums	Abstand von der Mittellinie in cm.	Ursprünge der Externi u. Interni			Insertionen der Jc. externi			Insertionen der Jc. interni		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
V	Process. transv.	103,7	105,2	284,9	89,9	69,1	259,2			
	— 6	94,3	60,6	269,5	101,0	38,2	249,6			
	— 4	114,5	29,1	255,9	132,2	14,2	236,3	108,2	36,5	249,5
	— 2	147,9	9,6	242,4	173,9	3,2	217,0	140,0	13,9	235,2
	0	184,2	3,2	227,3	206,8	7,0	197,0	172,6	7,0	219,3
	+ 3	216,5	9,4	210,3	231,1	19,6	181,4	202,7	7,6	201,6
	+ 4	243,7	28,2	192,1	247,6	39,5	164,0	230,3	20,4	182,6
	+ 6	260,0	65,6	180,3				252,0	49,1	158,8
VI	Process. transv.	96,0	103,4	263,3	86,2	69,1	236,9			
	— 6	90,8	53,7	247,1	97,4	32,5	223,7			
	— 4	113,2	24,2	233,3	131,0	11,4	210,0	101,8	35,8	227,8
	— 2	146,9	7,3	217,9	172,5	3,6	188,3	135,5	10,0	210,1
	0	183,5	2,6	199,9	209,5	7,8	157,8	172,5	3,6	188,3
	+ 2	214,0	9,9	177,9	232,1	20,2	139,0	202,0	7,0	166,5
	+ 4	241,4	31,5	157,8				229,6	18,3	142,9
	+ 6	254,4	52,3	144,6				250,0	43,8	120,2
VII	Process. transv.	93,7	105,8	237,6	82,8	64,7	209,8			
	— 8	88,0	84,3	230,3	83,4	53,2	206,7			
	— 6	87,8	45,9	220,1	106,0	24,9	193,1			
	— 4	114,3	19,6	204,8	133,9	10,2	177,8	103,0	27,6	195,5
	— 2	147,2	6,6	186,5	167,2	2,2	152,4	135,0	9,6	177,1
	0	180,3	2,2	164,8	203,1	6,1	123,0	166,4	3,0	154,5
	+ 2	212,5	7,9	141,5	223,4	17,3	102,6	195,8	3,5	127,8
	+ 4	237,3	25,4	117,5				225,2	19,1	99,8
VIII	Process. transv.	90,3	104,2	212,9	79,9	61,1	177,8			
	— 8	86,1	76,7	204,6	81,2	53,7	177,9			
	— 6	89,1	41,0	185,9	106,6	17,0	153,0	87,0	52,5	177,9
	— 4	114,4	17,5	168,1	134,9	0,5	129,0	105,5	21,9	155,8
	— 2	147,1	3,4	147,4	165,0	— 3,8	106,7	128,9	4,7	134,6
	0	180,3	0,0	123,5	188,0	1,6	98,3	162,0	— 3,8	108,7
	+ 2	209,2	8,9	99,0				196,7	4,4	84,6
	+ 4	236,4	28,0	80,5				236,4	25,7	70,8
IX	Process. transv.	90,7	106,9	189,7	80,4	58,3	147,2			
	— 8	84,2	74,9	177,8						
	— 6	86,8	41,5	154,8	103,2	20,2	111,3			
	— 4	109,3	15,0	133,0	126,8	6,1	89,1	99,9	25,9	117,2
	— 2	137,9	0,7	109,6	155,1	0,2	68,8	124,7	8,0	91,6
	0	172,1	— 2,5	87,9	181,6	6,9	54,1	148,7	2,0	73,8
	+ 2	204,7	8,9	69,0				189,1	9,1	52,0

MESSUNG No. VI.

Strassburg, den 21. bis 23. März 1885.

Abstand vom angulus costae in cm.	Ursprünge der Externi			Ursprünge der Interni			Insertionen der Externi			Insertionen der Interni		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Intercostalraum zwischen 1. und 2. Rippe												
1	122	85	357	122	85	357	112	67	339	112	79	348
2	137	72	336	137	72	336	125	52	319	117	62	332
3	150	65,5	317	150	65,5	317	148	43	301	135	48	309
4	171	74	299	171	74	299	194	66	277	156	46	295,5
5	189	84	293,5	189	84	293,5	204	74	274	180	59	284
6	202	101	289,5	202	101	289,5				213	81	271
Intercostalraum zwischen 2. und 3. Rippe.												
— 1	102	86	345				94	59	321			
1	103	64	330				103	45	307			
2	122	45	310	103	66	334	141	30	275	92	73	329
3	146	39	292	122	45	310	173	38	255	105	43	306
4	170	49	275	146	39	292	200	53	243	130	30	283
5	186	58	269	170	49	275	224	73	235	157	32	264
6				210	73	261				197	51	246
7				226	94	256				224	73	235
8				230	126	256				239	117	233
Intercostalraum zwischen 3. und 4. Rippe.												
— 1	89	55	313				99	33	282			
1	102	37	294				120	27	268			
2	145	26	264				166	27	234			
3	182	38	240				201	45	212			
4	210	58	227	121	28	279	225	64	200	113	28	272
5	231	78	219	150	27	260				140	22	252
6				187	42	236				175	31	229
7				217	63	223				204	45	211
7a				237	85	214				231	71	200
8				243	104	216				246	92	194

Bei dieser Messung habe ich es vorgezogen, den Verlauf der Faserzüge über die Rippen hinweg in der ganzen Höhe des Thorax zu verfolgen. Auf der 1. Rippe wurde in je 1 cm. Abstand eine Marke angebracht und der Verlauf der Fasern von Internis und Externis bis zur 2. Rippe verfolgt; wo die Richtung dieser Fasern den Unterrand der 2. Rippe schnitt, war der Ausgangspunkt für die Messungen im II. Intercostalraum u. s. f. Jeder Faserzug behält seine Nummer über den ganzen Thorax bei. Wichen zwei benachbarte Züge zu sehr auseinander, so ward ein Zug eingeschaltet und mit dem Index a bezeichnet.

Abstand vom angulus costae in cm.	Ursprünge der Externi			Ursprünge der Interni			Insertionen der Externi			Insertionen der Interni		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Intercostalraum zwischen 4. und 5. Rippe.												
— 2	79	51	292				86	37	269			
— 1	105	28	265				130	23	235			
1	130	22	247				162	25	210			
2	177	31	217				197	41	183			
3	205	46	199				219	55	170			
4	228	68	184				241	75	155			
5				130	22	247				114	25	246
6				165	25	225				156	23	215
7				195	39	204				183	32	193
7 a				222	62	187				212	50	175
8				240	81	178				234	69	161
9				249	107	187				252	102	161
Intercostalraum zwischen 5. und 6. Rippe.												
— 3	67	54	273				74	41	250			
2	94	30	250				103	26	232			
— 1	140	20	217				175	26	180			
1	171	25	194				198	36	163			
2	206	42	168				226	52	144			
3	224	56	168				241	66	130			
4												
5												
6												
6				148	21	210				141	21	205
7				177	29	189				170	25	185
7 a				204	43	168				198	36	163
8				229	62	159				226	52	144
9				250	96	146				252	89	122
Intercostalraum zwischen 6. und 7. Rippe.												
— 4	54	49	243				70	43	224			
— 3	77	38	235				92	29	212			
— 2	115	22	211				150	21	178			
— 1	185	27	163				211	37	130			
1	211	37	144				238	54	104			
6				133	20	200				126	22	195
7				162	21	181				154	22	174
7 a				189	29	158				182	27	153
8				220	44	138				210	37	130
8 a				246	67	111				240	59	103
9				252	81	108				256	71	92

Abstand vom angulus costae in cm.	Ursprünge der Externi			Ursprünge der Interni			Insertionen der Externi			Insertionen der Interni		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Intercostalraum zwischen 7. und 8. Rippe.												
— 5	56	48	215				71	43	197			
— 4	78	38	208				88	31	189			
— 3	109	23	189				139	19	160			
— 2	164	20	158				186	23	124			
— 1	216	36	118				227	44	80			
6				116	23	186				110	23	180
7				146	19	169				139	19	160
7a				176	22	148				168	20	139
8				207	33	125				192	25	120
8a				234	49	97				222	38	89
9				254	68	79				249	60	67
Intercostalraum zwischen 8. und 9. Rippe.												
— 5	59	40	180				95	31	159			
— 4	99	29	168				119	21	144			
— 3	156	17	134				164	16	111			
— 2	195	22	106				209	29	71			
6				99	29	168				95	31	159
7				126	20	153				119	21	144
7a				156	17	134				150	17	123
8				183	18	116				168	18	108
8a				214	30	87				200	25	81
9				243	48	59				237	47	52

ANHANG II

MESSUNGEN

ZUR

BESTIMMUNG DER DREHAXE

A. Abgelesene Werthe.

I. Vor Durchschneidung des Rippenknorpels.

1. Höchste Wölbung der Rippe.

Messung I.

Nr. der Rippe	Hebung			Mittellage			Senkung I		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	379	95	543	374,5	96	538,5	375	99	537
2	382	70	516	378,5	71	513	375	74	508,5
3	375	43,5	502	361	47,5	485	358	51	480
4	368	27,5	469	355	35	451	352	39	444
5	359	20	440	347,5	28	423,5	344	32	416
6	334	18	420	329	24	408	328	26	405
7	314	14	399	309	21,5	387	305	27	378,5
8	306	8	369	300	21	350	298	26	343
9	312	0	327	292	24	299	291	34	288
10	268,5	20	310	261,5	46	284	255	55	279
11	243	59,5	298	253	77	274	244	88,5	275

Messung VI.

Nr. d. Rippe	Hebung durch d. externi			Mittellage			Senkung durch d. Interni			Senkung durch d. Interni u. Bauchmuskeln		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	156,5	67,7	311,4	155	67,9	310,8	143,9	68,1	305,1	141,5	67,3	305,5
2	155,5	40,6	289,9	155	40,8	288,3	138,0	41,2	279,4	135,0	40,8	277,8
3	157,0	25,4	263,0	155	26,9	258,3	142,8	26,2	253,4	138,4	26,9	248,9
4	156,6	20,3	237,6	155	21,1	231,9	141,9	21,4	226,2	137,2	20,8	221,8
5	155,5	17,0	214,7	155	19,8	207,8	141,9	19,4	203,2	137,6	19,9	197,7
6	153,9	14,0	197,1	155	18,5	186,3	142,1	18,5	181,7	137,5	19,4	175,7
7	152,8	13,2	177,1	155	18,6	166,3	144,1	17,9	160,0	139,1	19,5	156,1
8	152,6	8,4	147,4	155	15,1	137,2	151,2	15,6	139,1	144,3	17,5	129,8
9	153,2	5,7	116,2	155	13,4	107,1	158,2	11,5	114,7	150,1	14,6	102,1

2. Vorderes knöchernes Ende.

Messung I.

Nr. der Rippe	Hebung			Mittlere Lage			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	429,5	124	522	427	123,5	520	425,5	124,5	519
2	441	115	489,5	437,5	116	487	435	119	480
3	441	102,5	454	437,5	105	448	433	108	441,5
4	431,5	87	417	425	91	408	422	95	402
5	422,5	74,5	382	414	85	371	411	91	368
6	407	61	347	398	74	334	395	80	329
7	391	40	308	384	52	298	378	61,5	291
8	378	15	297	370	32	282	363	44,5	273
9	403	36	269	369	75	233	364	93	222,5
10	339	—1	269	319	33	235	313,5	49	223

Vorderes Ende vor Durchschneidung des Knorpels.

Messung V.

Nr. der Rippe	Hebung d. Sternum u. der einzelnen Rippe			Hebung des Sternum			Ruhelage			Senkung I		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	212,6	86,0	327,5	211,6	86,1	325,1	208,2	84,7	316,3	205,4	85,3	308,9
2	213,2	84,6	300,4	241,4	83,5	294,1	237,9	82,6	284,5	235,4	82,5	276,9
3	255,8	75,1	273,6	252,5	73,1	265,4	249,9	72,5	255,7	248,6	73,0	247,9
4	259,1	59,6	247,8	255,5	56,7	235,3	252,5	57,3	225,2	250,5	67,5	217,3
5	257,9	43,7	210,4	255,5	44,2	202,9	252,0	43,8	194,9	251,8	46,1	189,3
6	249,7	32,0	180,0	246,8	35,2	170,2	243,6	35,6	162,0	242,0	38,2	154,3
7	238,2	16,9	143,0	235,9	21,7	134,4	231,9	22,0	126,0	230,3	27,0	120,4
8	225,1	4,3	118,2	222,8	15,5	101,3	219,0	16,8	95,3	216,6	20,9	88,8
9	215,7	−3,3	100,1	211,5	7,7	81,9	208,0	11,9	74,8	203,7	18,4	62,0

Messung VI.

Nr. der Rippe	Hebung durch d. Externi			Mittellage			Senkung I durch d. Interni			Senkung II durch d. Interni u. Bauchmuskeln		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	190,9	88,8	300,1	188,2	91,7	297,5	176,4	87,4	286,0	174,4	86,0	285,6
2	232,0	88,8	265,4	227,3	91,3	260,8	213,0	87,0	246,1	210,0	85,2	242,9
3	244,5	80,5	229,2	238,6	83,7	221,6	225,2	79,4	208,8	222,3	78,2	204,3
4	248,2	75,4	192,7	242,3	79,7	184,1	229,8	75,8	172,4	225,5	74,0	167,3
5												
6	252,0	55,5	134,1	246,8	66,6	118,2	234,5	61,5	108,5	225,5	63,6	99,1
7	252,8	41,6	105,5	247,4	56,3	88,6	237,5	50,0	82,8	225,8	55,7	70,5
8	236,9	22,1	80,0	232,4	36,4	64,9	228,8	31,6	65,1	216,6	37,8	51,0
9	224,0	15,5	68,5	220,3	30,4	54,1	224,1	21,8	60,1	211,9	28,7	42,8

II. Nach Durchschneidung des Rippenknorpels.

1. Höchste Wölbung.

Messung I.

Nr. der Rippe	Hebung			Mittellage			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	400,5	93	561	379	98	542	375,5	100,5	539,5
2	406	65	545	386,5	69	519	374	75,5	507
3	392	37	524	363	50	481	349,5	58	469
4	384,5	23	492	358	35	453	348,5	39,5	442
5	369	12,5	456	349	27,5	421	343	30	415
6	347	10	443	330	21,5	409	325	27	405
7	325	5	414	309	24,5	379	305	31,5	371,5
8	318	2,5	387	297	25,5	347	295	25,5	336

Höchste Wölbung nach Durchschneidung des Knorpels. Messung III.

Nr. d. Rippe	Hebung			Mittellage			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	123,8	70,4	370,1	117,6	72,9	359,6	117,7	74,0	359,2
2	128,2	39,9	352,8	116,7	46,3	327,0	113,5	49,4	321,4
3	128,4	21,1	333,5	117,0	28,6	297,8	113,2	30,0	291,6
4	127,6	13,9	310,8	116,5	20,7	275,5	111,8	23,1	267,5
5	125,5	10,8	286,0	115,2	18,2	252,4	111,3	21,8	242,1
6	120,9	7,5	249,3	115,6	17,6	221,7	110,0	22,3	208,8
7	120,5	8,2	218,5	115,6	17,7	187,5	106,6	22,7	174,6
8	119,2	2,3	174,8	115,6	15,8	149,5	107,6	25,1	135,8
9				115,8	11,4	110,3	105,4	21,6	96,0
10	114,9	— 0,2	102,7	116,4	17,5	68,2			
11				116,6	29,9	20,5			

2. Vorderes Ende. Messung I.

Nr. d. Rippe	Hebung			Mittellage			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	447,5	125,5	555	432	124	526,5	426	126	520
2	471	113	526	442	114,5	487	429,5	122	475
3	475	90,5	494	443,5	103	447	416	115	423
4	464	72	446	432	87,5	407	418,5	92	393
5	439,5	60	397	416	80	368	406	85	358,5
6	428	45	364,5	395,5	76	329	385	85	319
7	410	15	336	381	51	295	371	66	285
8	395	6	318	358	52	266	350	69	256

Messung III.

Nr. d. Rippe	Hebung			Mittellage			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	172,4	85,0	344,8	159,8	91,1	326,0	156,2	92,2	321,9
2	188,4	62,6	331,7	169,6	72,3	296,6	159,4	80,5	283,8
3	216,9	70,9	290,0	198,5	88,3	252,2	185,8	93,9	236,9
4	228,6	60,5	258,3	204,9	80,7	212,5	191,2	86,1	196,5
5	232,7	54,3	216,9	207,8	78,0	174,0	193,8	86,2	137,8
6	220,6	43,1	174,5	202,5	70,0	140,9	187,5	80,6	122,9
7	213,9	25,3	140,9	186,0	55,7	105,9	176,4	65,7	84,2
8	201,3	7,8	107,8	185,5	39,4	73,6	169,2	55,5	55,6
9	163,9	—0,1	91,0	168,8	32,5	51,9	151,5	50,9	33,3
10	154,8	—0,2	72,4	131,9	32,7	41,5	116,4	32,3	23,2
11	133,0	—0,14	102,6	110,6	29,1	25,3	89,6	26,1	17,6
12	78,0	22,6	50,3	76,8	43,2	26,4	68,8	48,5	22,0

Vorderes Ende nach Durchschneidung des Knorpels. Messung IV.

Nr. der Rippe	Hebung III			Hebung II			Hebung I			Ruhe			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	236,1	85,8	382,9	234,4	85,1	374,5	232,5	84,1	368,5	219,3	90,7	359,6	222,3	84,8	348,4
2	256,1	70,2	346,1	254,5	70,2	339,3	248,7	70,3	325,2	243,5	82,4	320,2	240,9	93,6	311,2
3	259,8	47,5	313,4	256,5	48,9	308,2	254,7	48,8	303,8	245,0	62,9	284,1	242,1	53,0	277,9
4	253,5	25,5	284,1	248,2	29,6	266,6	243,1	32,3	254,9	249,3	44,4	245,2	235,2	40,0	238,3
5	244,0	12,3	243,9	240,2	15,2	231,6	238,0	18,8	225,0	237,3	34,3	212,7	232,5	28,6	209,5
6	236,3	3,9	225,2	232,5	7,9	194,8	226,1	19,8	177,1	225,7	24,0	172,7	221,7	34,7	169,7
7				227,3	—1,0	158,5	220,1	1,4	148,2	217,7	14,0	135,9	213,0	18,8	126,7
8				124,1	7,1	188,2	123,0	9,0	181,5	120,8	13,9	172,8	119,7	16,4	168,2
9				118,9	5,0	158,1	116,0	8,2	148,4	114,8	12,3	140,5	114,0	16,9	133,8
10				117,7	2,9	128,4	115,3	7,8	116,6	111,9	13,0	106,3	110,9	21,1	96,6

Messung V.

Nr. der Rippe	Hebung II			Hebung I			Ruhe			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	217,2	84,8	335,5	215,1	84,6	338,7	208,0	84,3	317,8	202,8	85,5	309,1
2	252,2	80,6	319,6	248,2	79,9	308,0	236,6	80,1	282,7	231,3	84,5	271,5
3	267,3	68,4	302,8	263,0	72,0	278,9	251,9	72,7	258,0	245,6	80,1	242,0
4	271,0	45,0	285,5	264,0	52,9	246,6	251,1	57,4	221,2	246,5	72,1	202,3
5	269,0	24,2	255,1	265,0	37,7	221,1	252,0	45,3	191,2	249,9	62,8	174,1
6	253,3	16,4	209,2	252,5	25,5	181,8	240,5	36,9	155,7	232,3	49,7	140,1
7	243,9	—4,0	177,2	236,1	7,8	142,5	224,6	23,1	116,7	222,0	35,8	103,2
8	228,5	—13,8	146,2	225,4	—6,8	127,2	208,9	17,9	84,6	204,8	29,4	72,5
9	216,3	—20,0	123,1	206,2	—0,5	83,6	199,0	11,9	65,7	194,9	26,8	51,5

B. Auf die mittlere Lage reducirte Werthe.

I. Vor Durchschneidung des Knorpels.

1. Höchste Wölbung.

Messung I.

Nr. der Rippe	Hebung X	Hebung Y	Hebung Z	Senkung X	Senkung Y	Senkung Z
1	4,5	— 1	4,5	0,5	3	— 1,5
2	3,5	— 1	3	—3,5	3	— 4,5
3	14	— 4	17	—3	3,5	— 5
4	13	— 7,5	18	—3	4	— 7
5	11,5	— 8	16,5	—3,5	4	— 7,5
6	5	— 6	12	—1	2	— 3
7	5	— 7,5	12	—4	5,5	— 8,5
8	6	—13	19	—2	5	— 7
9	20	—24	28	—1	10	—11
10	7	—26	26	—6,5	9	— 5

Messung VI.

Nr. der Rippe	Hebung d. d. Externi X	Hebung d. d. Externi Y	Hebung d. d. Externi Z	Senkung d. d. Interni X	Senkung d. d. Interni Y	Senkung d. d. Interni Z	Senkung d. d. Interni in Bauchmuskel X	Senkung d. d. Interni in Bauchmuskel Y	Senkung d. d. Interni in Bauchmuskel Z
1	1,5	—0,2	0,6	—11,1	1,1	—5,7	—13,5	—0,6	— 5,3
2	0,5	—0,2	1,6	—17,0	0,4	—8,9	—20,0	0	—10,5
3	2,0	—1,5	4,7	—12,2	—0,7	—4,9	—16,6	—0,7	— 9,4
4	1,6	—0,8	5,7	—13,6	0,3	—5,7	—17,8	—0,3	—10,1
5	0,5	—2,8	6,9	—13,6	—0,4	—4,6	—17,4	0,1	— 9,9
6	—1,1	—4,5	10,8	—12,9	0,3	—4,6	—17,5	0,9	—10,6
7	—2,2	—5,4	10,8	—10,9	—0,7	—3,3	—15,9	0,9	—10,2
8	—2,4	6,7	10,2	— 3,8	0,5	+1,9	—10,7	2,4	— 7,4
9	—1,8	7,7	9,1	— 3,2	—1,9	+7,6	— 4,9	1,2	— 5,0
10									

2. Vorderes Ende.

Messung I.

Nr. der Rippe	Hebung X	Hebung Y	Hebung Z	Senkung X	Senkung Y	Senkung Z
1	2,5	0,5	2	—1,5	1	— 1
2	2,5	— 1	2,5	—2,5	3	— 7
3	2,5	— 2,5	6	—4,5	3	— 6,5
4	6,5	— 4	9	—3	4	— 6
5	8,5	—10,5	11	—3	6	— 3
6	9	—13	13	—3	6	— 5
7	7	—12	10	—6	9,5	— 7
8	8	—17	15	—7	12,5	— 9
9	34	—39	36	—5	18	—10,5
10	20	—34	34	—5,5	16	—12

Messung VI.

Nr. der Rippe	Hebung X	Hebung Y	Hebung Z	Senkung d. d. Interni X	Senkung d. d. Interni Y	Senkung d. d. Interni Z	Senkung d. d. Interni in Bauchmuskel X	Senkung d. d. Interni in Bauchmuskel Y	Senkung d. d. Interni in Bauchmuskel Z
1	2,7	— 2,9	2,6	—11,8	—4,3	—11,5	—13,8	—5,7	—11,9
2	4,7	— 2,5	4,6	—14,3	—4,3	—14,7	—17,3	—6,1	—17,9
3	5,9	— 3,2	7,6	—13,4	—4,3	—12,8	—15,8	—5,5	—17,3
4	5,9	— 4,3	8,6	—12,5	—3,9	—11,7	—16,8	—5,7	—16,8
5				—12,9	—5,2	—10,1	—18,9	—4,7	—17,7
6	5,2	—11,1	15,9	—12,3	—5,1	— 9,7	—21,3	—3,0	—19,1
7	5,4	—14,7	16,9	— 9,9	—6,3	— 5,8	—21,6	—0,6	—18,1
8	4,5	—14,3	15,1	— 3,6	—4,8	+ 0,2	—15,8	+1,4	—13,9
9	3,7	—14,9	14,4	+ 3,8	—8,6	+ 6,0	— 8,4	—1,7	—11,3
10									

Reducirte Werthe.

Vorderes Ende vor Durchschneidung des Knorpels. Messung V.

Nr. der Rippe	Senkung			Hebung des Sternum			Hebung d. Sternum u. d. einzelnen Rippe		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	—2,8	0,4	— 7,4	3,4	1,2	8,8	4,2	1,1	11,2
2	—2,5	—0,1	— 7,6	3,5	0,9	9,6	5,3	2,0	15,9
3	—1,3	0,5	— 7,8	2,6	0,6	9,7	5,9	2,6	17,9
4	—2,0	10,2	— 7,9	3,0	—0,6	10,1	6,6	0,3	22,6
5	—0,2	2,3	— 5,6	3,5	0,4	8,0	5,9	0,1	15,5
6	—1,6	2,6	— 7,7	3,2	—0,4	8,2	6,1	— 3,6	18,0
7	—1,6	5,0	— 6,0	3,8	—0,3	8,4	6,3	— 5,1	17,0
8	—2,4	4,1	— 6,5	3,8	—1,3	6,0	6,1	—12,5	22,9
9	—4,3	6,5	—10,8	3,5	—4,2	7,1	7,7	—15,2	24,9

II. Nach Durchschneidung des Knorpels.

1. Höchste Wölbung.

Messung I. Messung III.

Nr. der Rippe	Hebung			Senkung			Hebung			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	21,5	— 5,0	19	— 3,5	2,5	— 2,5	+ 6,2	— 2,5	10,5	+ 0,1	+ 7,1	— 0,4
2	20,5	— 4,0	26	—12,5	6,5	—12	+11,5	— 6,4	15,8	+ 3,2	+ 3,1	— 5,6
3	29	—13,0	43	—13,5	8,0	—12	+11,4	— 7,5	35,7	+ 3,8	+ 1,4	— 6,2
4	26,5	—12,0	39	— 9,5	4,5	—11	+11,1	— 6,8	35,2	+ 4,7	+ 2,4	— 8,0
5	20	—15,0	35	— 6	2,5	— 6	+10,3	— 7,4	33,6	+ 3,9	+ 3,6	—10,3
6	17	—11,5	34	— 5	5,5	— 4	+ 5,3	—10,1	17,6	+ 5,6	+ 4,7	—12,9
7	16	—19,5	35	— 4	7,0	— 7,5	+ 4,9	—12,5	31,1	+ 9,0	+ 5,0	—12,9
8	21	—23,0	40	— 2	10,0	—11	+ 3,6	—13,5	25,3	+ 8,0	+ 9,3	—13,7
9							+ 1,5	—17,7	34,5	+10,4	+10,2	—15,3

2. Vorderes Ende.

Messung I. Messung III.

Nr. der Rippe	Hebung			Senkung			Hebung			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	15,5	1,5	28,5	— 6	2	— 6,5	+12,6	— 6,1	+18,8	— 3,6	+ 1,1	— 4,1
2	29	— 1,5	39	—12,5	7,5	—12	+19,4	— 9,7	+35,1	—10,2	+ 8,2	—12,8
3	31,5	—12,5	47	—27,5	12	—24	+18,4	—17,4	+37,8	—12,7	+ 5,6	—17,3
4	32	—15,5	39	—13,5	4,5	—14	+23,7	—20,2	+45,8	—13,7	+ 5,4	—16,0
5	23,5	—20	29	—10	5	— 9,5	+24,9	—23,7	+42,9	—14,0	+ 8,2	—16,2
6	32,5	—31	35,5	—10,5	9	—10	+18,1	—26,9	+33,6	—15,0	+11,6	—18,0
7	29	—36	41	—10	15	—10	+24,9	—30,4	+35,0	— 9,6	+10,0	—21,7
8	37	—46	52	— 8	17	—10	+15,8	—31,6	+34,2	—16,3	+16,1	—18,0
9							+15,2	—32,6	+39,1	—17,3	+18,4	—18,6
10							+22,9	—32,5	+30,9	—15,5	+ 0,4	—18,3

Reducirte Werthe.

Vorderes Ende nach Durchschneidung des Knorpels.

Messung IV.

Nr. der Rippe	Hebung III			Hebung II			Hebung I			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	+16,8	— 4,9	+23,3	+15,1	— 5,6	+14,9	+13,2	— 6,6	+ 8,9	+3,0	— 5,9	—11,2
2	+12,6	—12,2	+25,9	+12,0	—12,2	+19,1	+ 5,2	—12,1	— 6,0	—2,6	— 8,8	— 9,0
3	+14,8	—15,4	+34,3	+11,5	—14,0	+24,1	+ 9,7	—14,1	+19,7	—2,9	— 9,9	— 6,2
4	+13,2	—18,9	+37,9	+ 7,9	—14,8	+21,4	— 6,2	—12,1	+ 9,7	—5,1	— 4,4	— 6,9
5	+ 6,7	—22,0	+31,0	+ 2,9	—19,1	+18,9	+ 0,7	—15,5	+12,3	—4,8	— 5,7	— 3,2
6	+10,6	—20,1	+42,5	+ 6,8	—16,1	+22,1	+ 0,4	— 4,2	+ 4,2	—4,0	+10,7	—12,0
7				+ 9,6	—13,0	+22,6	+ 2,4	—12,6	+12,3	—4,7	+ 4,8	— 9,2
8				+ 3,3	— 6,8	+15,4	+ 3,8	— 4,9	+ 8,7	—0,9	+ 2,5	— 4,6
9				+ 4,1	— 7,3	+17,6	+ 1,2	— 4,1	+ 7,9	—0,8	+ 3,6	— 6,7
10												

Messung V.

Nr. der Rippe	Hebung II			Hebung I			Senkung		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	9,2	0,5	17,7	7,1	0,3	10,0	—5,2	1,2	— 8,7
2	16,6	0,5	36,9	11,6	— 1,1	25,3	—5,3	4,4	-11,2
3	15,4	— 4,3	44,8	11,1	— 0,7	20,9	—6,3	7,4	—16
4	19,9	—12,4	64,3	12,0	— 4,5	25,4	—4,6	14,7	—18,9
5	17,0	—10,1	63,9	13,0	— 7,6	29,9	—2,1	17,5	—17,1
6	12,8	—20,5	51,5	12,0	—11,4	26,1	—8,2	13,8	—15,6
7	17,3	—27,1	60,5	11,5	—15,3	25,8	—2,6	12,7	—13,6
8	19,6	-31,7	61,6	16,5	—24,7	42,6	—4,1	11,5	—12,1
9	17,3	—31,9	57,4	7,2	—12,4	17,9	—4,1	14,9	—14,2

ANHANG III

LITERATUR-VERZEICHNISS

Bei der grossen Zahl von kleineren und grösseren Schriften über den Mechanismus der Athembewegungen, welche ich im Verlauf meiner Untersuchungen nach und nach kennen lernte, schien es mir nicht unangemessen, hier ein Verzeichniss zusammenzustellen, in dem Alles eingetragen ist, was ich irgend von Schriften über den vorliegenden Gegenstand auffinden konnte. Dass dieses Verzeichniss einen Anspruch auf Vollständigkeit haben könnte, bezweifle ich, hoffe dagegen, Nichts übersehen zu haben, was von Wichtigkeit für die Frage ist. — Von Lehr- und Handbüchern sind nur diejenigen aufgenommen, welche entweder eigene Gesichtspunkte und Gründe beibringen, oder welche ich als Autoritäten citirt gefunden habe. — Diejenigen Schriften, welche ich nur nach Citaten citiren konnte, sind — wo es nicht schon aus der Art der Anführung ersichtlich — durch einen Stern (*) bezeichnet.

1. Ackermann, Dr. Th. Zur Physiognomik und Mechanik der Athembewegungen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, redigirt von Dr. L. Hermann. 1864. No. 8 pag. 113 ff.
2. Aeby, Dr. Chr. Der Bau des menschlichen Körpers. Ein Lehrbuch der Anatomie. Leipzig 1871. pag. 379.
3. Albinus. Historia musculorum hominis. Leiden 1734.
4. Altendorf. Ueber die Wirkung der Intercostalmuskeln. Diss. Greifswald 1876.
5. Amstein. Dissertatio physico-medica de usu et actione musculorum intercostalium, quam praeside F. Chr. Oettinger proposuit auctor J. G. Amstein. Tubingae 1769.
6. Arantius. Observationes anatominicae. Venedig 1587.
7. Arnold, Dr. F. Die physiologische Anstalt der Universität Heidelberg von 1853—1858. pag. 146—154. Ueber die Wirkung der Brustmuskeln bei der Athmung.
8. —, — Handbuch der Anatomie Bd. I pag. 613.
9. Baeumler, Chr. Beobachtungen und Geschichtliches über die Wirkungen der Zwischenrippenmuskeln. Diss. Erlangen 1860.
10. Barclay, John. The muscular motions of the human body. Edinborough 1808. page 514 ff.
11. Bartholinus, Thomas. Anatome LII Cap. II pag. 216 u. 217. Lugduni Batavorum 1686.
12. Bayle, Fr. Institutiones physicae ad usum scholarum accomodatae. Tom. III. Tolosae 1700. Tract II. De corpore animali liber I. Disp. IV. Art. V. pag. 131—142.
13. Beau et Maissiat. Recherches sur le mécanisme des mouvements respiratoires par H. J. S. Beau et J. H. Maissiat. Deuxième art. § 3. Des mouvements respiratoires. Archives générales de médecine. 4. série, tome I. Paris 1843. pag. 265—295.

14. Becher. Studien über Respiration. Zürich 1855. *
15. Behrens. Epistola ad Johannem Kanold, qua de sectione anatomica cadaveris foeminini refert. Sammlung von Natur- und Medicin-, wie auch hierzu gehörigen Kunst- und Literatur-Geschichten etc. — 23. Versuch, ans Licht gestellet nunmehro von Einigen Academ. Naturae Curios. in Breslau. Winterquartal 1723. Leipzig u. Budissin 1724. pag. 75 ff.
16. Bérard? *(citirt von Colin)*. *
17. Bert. Physiologie de la respiration.
18. Bocci, Dr. B. Contributo alla fisiologia della respirazione. Rivista clinica di Bologna, diretta da Galvagni e Murci. Anno 1882. Bologna 1882. pag. 199—216.
19. Bordenave, M. Remarques sur le mouvement des côtes dans la respiration. Histoire de l'académie royale des sciences. Année 1778. Paris 1781. Mémoires, pag. 213–223.
20. Boissier de Sauvages, François (?). In: Svenska Wetenskaps handlingar. 1751. Trimester II *(citirt von Haller)* *.
21. Boerhaave, H. Praelectiones academicae in proprias institutiones rei medicae, edidit A. Haller. Tom. V. P. I. Gottingae 1744. pag. 83—91.
22. — — Institutiones medicae. In usus annuae excercitationis domesticos Digestae ab Hermanno Boerhave. Editio tertia. Lugduni Batavorum 1720. § 615. pag. 270.
23. Borellus, J. A. De motu animantium. Tom. II. Romae 1681.
24. Bouvier. Recherches d'anatomie et de physiologie. Diss. inaug. Paris 1823. *
25. Brücke, E. Vorlesungen über Physiologie. I. 2. Aufl. Wien 1875. pag. 437 ff.
26. Budge, Prof. J. Ueber die Wirkung der musculi intercostales. Archiv für physiologische Heilkunde, hrg. v. C. A. Wunderlich. Neue Folge Bd. I, Jg. 1857. Stuttgart. pag. 36—88.
27. — — Lehrbuch der speciellen Physiologie. *
28. Burdach, K. F. Die Physiologie. Leipzig 1810. pag. 378.
29. Carpenter, W. B. Principles of human physiology, edited by Henry Power. Eighth edition. London 1876.
30. Clark, F. le Gros. Some remarks on the mechanism of respiration. Communicated by P. Martin Duncan. Proceedings of the Royal Society of London. Vol. XX. London 1872. pag. 122—135.

31. Cleland, Dr. C. On the Hutchinsonian theory of the action of the internal intercostal muscles. Journal of anatomy and physiology, edited by J. W. Clark. Vol. I. London and Cambridge 1867. pag. 209—216.

32. Clement, D. Dissertatio physicalis de respiratione. Wien 1745. Cap. II. § CLXXI (*citirt von Freund*). *

33. Colin, G. Traité de physiologie comparée des animaux. 2ième éd. T. II. Paris 1873. pag. 241 ff.

34. Cöster, K. J. H. W. Ueber die Function des Serratus magnus. Inaugural-Dissertation. Marburg 1857.

35. Cruveilhier, F. Traité d'anatomie descriptive. 5ième éd. T. I. Paris 1877. pag. 566 ff.

36. Cuvier, G. Leçons d'anatomie comparée. T. I. Paris 1805. pag. 215.

37. Debrou, M. T. Note sur l'action des muscles intercostaux. Gazette médicale de Paris, dirigée par J. Guérin. II. série. T. XI. 1843. Paris. No. 22 pag. 344—345.

38. Diemerbroeck, Isbrandus von. Anatome corporis humani. Ultrajecti 1672. *

39. Donders. Physiologie des Menschen. Aus dem Holländischen übersetzt von Fr. W. Theile. I. Bd. 2. Aufl. Leipzig 1859.

40. Duchenne, G. B. Action individuelle et usage des muscles intercostaux, des muscles auxiliaires de l'inspiration et des muscles expirateurs. Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie. Red. A. Dechambre. II. série. T. III 1866. pag. 642—644, 659—664, 691—695, 723—727.

41. — — Physiologie des mouvements. Paris 1867. pag. 641 ff.

42 Duising. De respirationis mechanismo atque usu genuino etc. sub praesidio Georgii Erh. Hambergeri defendet Just. Gerh. Duising. Ed. II. Jena 1727.

43. Duval, M. Physiologie des appareils circulatoire et réspiratoire. Gazette des hôpiteaux. Paris 1867. pag. 404.

44. Dwight, Th. The action of the intercostal muscles. Boston Medical and Surgical Journal, ed. by J. C. Warren and Th. Dwight. Vol. LXXXVIII. Boston 1873. page 433—438.

45. Ebner, Prof. V. v. Versuche an der Leiche über die Wirkung der Zwischenrippenmuskeln und der Rippenheber. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, hrg. v. His und Braune. Jg. 1880. Leipzig 1880. pag. 185—218.

46. Edwards, Milnes. Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. T. II pag. 431.
47. Esbach, M. G. Les intercostaux et le diaphragme. Etude théorique et expérimentale. Mémoire lu à la société de biologie en juillet 1873. Gazette médicale de Paris, réd. par Dr. Ranse. 44. Jg. 4. Série T. II. 1873. Paris. pag. 571—573, 597—599, 637—638, 684—685.
48. Fabricius ab Aquapendente, Hieron. De respiratione atque ejus instrumentis libri II. Patav. 1615.
49. Falloppius, Gabr. Observationes Anatomicae ad Petrum Mannam. Abgedruckt in der Ausgabe des Vesal von Boerhaave und Albinus. Lugduni Batavorum 1725. Tom. II. pag. 687—760.
50. Fick, Dr. A. Compendium der Physiologie des Menschen. Wien 1860.
51. — — Medicinische Physik. Dritte Aufl. Braunschweig, 1885.
52. Flint, Austin. The physiology of man. T. I. New-York 1870. pag. 373 ff.
53. Foster, M. Lehrbuch der Physiologie. Uebersetzt von N. Kleinenberg. Heidelberg 1881. pag. 283—285.
54. Frédéric et Nuel. Eléments de physiologie humaine. Gand et Paris 1883. page 132.
55. Freund, Dr. A. W. Der Zusammenhang gewisser Lungenkrankheiten mit primären Rippenknorpelanomalien. Erlangen 1859.
56. Funke, Otto. Lehrbuch der Physiologie. 6. Aufl., bearbeitet von Dr. A Grünhagen. I. Bd. Leipzig 1876. pag. 278 ff.
57. Gad. Die Wirkung der Intercostalmuskeln. Archiv für Physiologie, hrg. v. du Bois-Reymond. — 1878. p. 584.
58. Galen. *Κλαυδιου Γαληνου Ἁπαντα* ed. D. Carolus Gottlob Kühn. Tom. IV. Lipsiae 1822. De causis respirationis liber. pag. 463—469.
59. Gegenbaur, C. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1883 pag. 357.
60. Gerdi, P. N. Mémoire sur plusieurs points de la respiration. Archives générales de médecine, publ. par une société de médecins. II. série. T. VII. Paris 1835. pag. 515—526.
61. Gruenhagen s. Funke.
62. Haller, A. v. Elementa physiologiae corporis humani. Lausanne 1761. Tom. III pag. 28—44, 238—241.

63. HALLER, A. v. Mémoire sur plusieurs phénomènes importantes de la respiration. Lausanne 1758.
64. — — Opera minora. Tom. I pars I. Lausanne 1763. XII. De respiratione experimenta ad Gallicam editionem latine conversa a D . . . . Sectio prima, de actione musculorum intercostalium internorum. pag. 269—293.
65. — — De respiratione experimenta anatomica. Pars II. Gottingae 1747.
66. HAMBERGER s. Duising.
67. HARTMANN. Handbuch der Anatomie des Menschen. *
68. HELMHOLTZ. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Preussischen Rheinlande und Westphalens, hrg. v. Prof. Dr. Buige. XIII. Jg. Bonn 1856. Sitzungsberichte pag. LXX—LXXI. Bericht über die Sitzung vom 12. März 1856*).
69. HELMKE, A. Ueber Messungen der Thoraxbewegungen. Inaugural-Dissertation. Jena 1865.
70. HELMONT, J. B. VAN. Spiramina, or respiration revived, being the arguments of J. B. van H. Discerning certain uses of the lungs not commonly observed. Ortus medicinae, hrg. v. F. M. Helmont. Amsterdam 1648. *
71. HENKE, DR. PH. JAC. W., Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Leipzig und Heidelberg 1863. pag. 76—90.
72. HENLE, DR. J. Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. I. Bd. 3. Abthlg. Muskellehre. 2. Aufl. Braunschweig 1871. pag. 105—108.
73. HERMANN, DR. L. Grundriss der Physiologie des Menschen. 6. Aufl. Berlin 1877. pag. 159 ff.
74. — — s. Rosenthal.
75. HOADLEY, BENJAMIN. Three lectures on the organs of respiration. London 1740. pag. 6 ff.
76. HOFFMANN, DR. C. E. E. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Aufl. I. Band. Erlangen 1877. pag. 353 ff.
77. HOURMANN et DECHAMBRE *(citirt bei Longet)*.
78. HUMPHRY, G. M. Lectures on human myology. British Medical Journal, ed. by E. Hart. I Vol. for 1872. London 1872. pag. 685—689.

*) Anm. Der hier citirten vorläufigen Mittheilung ist, wie es scheint, keine weitere Publikation gefolgt.

79. HUTCHINSON. Artikel „Thorax" in TODD'S Cyclopaedia of anatomy and physiology. London 1835.
80. HYRTL, J. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 17. Aufl. Wien 1884. pag. 473.
81. JOBELIN. Etude critique sur le muscles intercostaux. Thèse de Strasbourg. 1870. No. 287.
82. MC. KENDRICK *(citirt bei Martin u. Hartwell)*.
83. KESSEL, J. Widerlegung der im 99. und folgenden Stücken der Hamburgischen Correspondenten befindlichen ehrenrührigen Auflagen und unglücklichen Beurtheilung der Physiologie Herrn Hambergers etc. Jena 1751.
84. — — Weitere Fortsetzung der Hallerischen und Hambergerischen Streitigkeiten vom Athemholen. Jena 1752.
85. KOSTER. (?) Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde. 1860. pag. 408.
86. KRAUSE, KARL FR. TH. Handbuch der menschlichen Anatomie. 2. Aufl. Bd. I. Hannover 1843. pag. 394 ff.
87. — — Dasselbe, 3. Aufl. bearb. von W. Krause. Hannover 1879. II. Bd. pag. 210. III. Bd. pag. 21 ff.
88. KUHNBAUM, M. Experimenta de respiratione. Leiden 1754. *
89. KÜSS. Cours de physiologie, d'après l'enseignement du prof. Küss par le docteur M. Duval. 4e éd. Paris 1879. pag. 417 ff.
90. LANDOIS. Lehrbuch der Physiologie.
91. LANDERER, DR. ALBERT. Ueber die Athembewegungen des Thorax. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Hrg. von His und Braune. Jg. 1881. Leipzig 1881. pag. 272—302.
92. — — Die inspiratorische Wirkung des musculus serratus obliquus inferior. Leipzig 1880. pag. 24—30.
93. LANGER, DR. C. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien 1865. pag. 229 ff.
94. LONGET, F. A. Traité de physiologie. 3e édit. T. I. Paris 1868. pag. 738 ff.
95. LUDWIG, C. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. II. Bd. Leipzig und Heidelberg 1861. pag. 479 ff.
96. LUKJANOW, S. M. Ueber die Veränderungen der Intercostalräume bei der Respiration, als Beitrag zur Lehre von der Function der Intercostalmuskeln. Archiv f. d. gesammte Physiologie, hrg. von Pflüger. Bd. XXX. Bonn 1883.

97. Luschka. Lehrbuch der Anatomie. *
98. Magendie, F. Précis élémentaire de physiologie. 2e éd. T. II. Paris 1825. pag. 314 ff.
99. Magnus, Dr. K. Physiologisch-anatomische Studien über die Brust- und Bauchmuskeln der Vögel. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, hrg. von Reichert. 1869. pag. 207 ff.
100. Marcacci. Sul mecanismo dei moti del petto. Miscellanea medico-chirurgo-farmaceutica. Pisa 1843. *
101. Martin, H. Newell and Edward Mussey Hartwell. On the respiratory function of the internal intercostal muscles. Journal of physiology ed. by M. Foster. Vol. II. London, Cambridge and New-York. 1879—1880 pag. 24—27.
102. Mayow, Joh. Tractatus duo, de respiratione prior, alter de rachitide. Oxinii 1668. *
103. Meissner, Dr. G. Bericht über die Fortschritte der Physiologie im Jahr 1856. Zeitschrift für rationelle Medicin. Hrg. von Henle und Pfeufer. 3. Reihe. Bd. I. Leipzig und Heidelberg 1857. pag. 481.
104. — — Bericht für 1857. Ebenda Bd. II. Leipzig und Heidelberg 1858. pag. 505 ff.
105. Merkel, Dr. K. L. Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprach-Organs. 2. Ausg. Leipzig 1863. pag. 15—23.
106. Meyer, G. Hermann von. Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873. pag. 252—277.
107. — — Der Mechanismus der Rippen mit besonderer Rücksicht auf die Frage von den Intercostalmuskeln. Archiv f. Anatomie von His und Braune. Jg. 1885.
108. — — Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1861. pag. 199 ff.
109. Monro, A. The intercostal muscles. Physical and literary essays and observations, read before the Philosophical Society of Edinbourgh. 1771. *
110. Müller, Dr. Joh. Handbuch der Physiologie des Menschen. Koblenz 1844. I. Bd. pag. 269.
111. Neucranzius (?) *(citirt von Beau und Maissiat).*
112. Nicholls, Fr. Compendium anatomiae occonomicum. pag. 17.*

113. Onimus, Dr. Recherches sur la contractilité musculaire, étudiée chez un supplicié. Journal de l'anatomie et de la physiologie, publié par Charles Robin. IX. Jg. 1873. Paris. pag. 442 ff.
114. Oettinger, F. C. s. Amstein.
115. Pansch, Dr. Ad. Anatomische Vorlesungen für Aerzte und ältere Studirende. I. Theil. Berlin 1884. pag. 89 ff.
116. Quain. Elements of anatomy. London 1882. *
117. Ranke. Grundzüge der Physiologie des Menschen. Leipzig 1868. pag. 347 ff.
118. Ransome, Arthur. On stethometry. London 1876.
119. — — On the bending of the ribs in forced respiration. British medical journal, edited by E. Hart. Vol. II for 1872. London 1872. pag. 211.
120. — — On the action of the intercostal muscles. Ebenda pag. 461 ff.
121. — — Observations upon the movements of the chest. Journal of anatomy and physiology. Vol. IV pag. 140—146. 1870.
122. Reid (?) *(citirt von Bäumler).*
123. Riegel, Dr. Franz. Die Athembewegungen. Eine physiologisch-pathologische Studie. Würzburg 1873.
124. Riolani, Joh., fil. Enchiridion anatomiae et pathologiae. Lugduni Batavorum 1685. Liber V. Cap. XXX pag. 354 ff.
125. Rosenthal, J. Die Athembewegungen. pag. 187 ff.
126. — — Athembewegungen und Innervation derselben. Hermann's Handbuch der Physiologie. IV. Bd. II. Theil. Leipzig 1882. pag. 165 ff.
127. Rutherford. Note on the action of the internal intercostal muscles. Journal of anatomy and physiology, conducted by Humphry, Turner, Foster and Rutherford. Cambridge and London 1876. Vol. X page 608 ff.
128. Sabatier, M. Mémoire sur les mouvements des côtes et sur l'action des muscles intercostaux. Histoire de l'academie royale des sciences, année 1778. Paris 1781. Mémoires pag. 347—352.
129. Sappey. Traité d'anatomie descriptive. *
130. Schneider, Fr. Hermann. Quaestiones ad respirationis motus pertinentes. Diss. inaug. Dorpati. Cap. II. De motu respiratorio thoracis. pag. 13—26 (§ 6—13).
131. Schoemaker, A. H. Ueber die Wirkung der musculi inter-

costales. Archiv für die holländ. Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Hrg. von Donders und Berlin. Bd. II. Utrecht 1860. pag. 197—230.

132. SENAC, M. Sur les organes de la respiration. Histoire de l'academie royale des sciences 1724. Paris 1726. Mémoires pag. 159—175.

133. SEWELL (?) *(citirt bei Rutherford)*.

134. SIBSON, FRANCIS. On the mechanism of respiration. Philosophical transactions of the royal society of London, for the year 1846. Part. III. pag. 501—550.

135. SÖMMERING. Vom Bau des menschlichen Körpers. *

136. SPIGELIUS, Opera omnia. Amstelaedami 1645. *

137. SRB, DR. J. Ungewöhnliches Vorkommen von Intercostalmuskeln. Wiener medicinische Wochenschrift, red. von Wittelshöfer. IX. Jg. Wien 1859. pag. 23.

138. STEINER, DR. I. Grundriss der Physiologie. Leipzig 1883. pag. 83 ff.

139. STRACK, C. De mechanismo, effectu atque usu respirationis sanae. Erford 1747. *

140. SWAMMERDAM, JOH. Tractatus physico-anatomico-medicus de respiratione usuque pulmonum. Editio altera. Lugduni Batavorum 1738. pag. 4 ff.

141. TODD s. HUTCHINSON.

142. TRAUBE, DR. L. Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie. I. Band, Cap. III. Beitrag zur Lehre von den Erstickungserscheinungen. p. 135 ff.

143. TRENDELENBURG, TH. FRIED. De sterni costarumque in respiratione vera genuinaque motus ratione. Diss. Gottingae 1779.

144. TRENDELENBURG (d. ältere). Continuatio controversiae de mechanismo respirationis Hambergeriano. pag. 105 § XXXV. *

145. VALENTIN. Lehrbuch der Physiologie. Bd. I pag. 520. *

146. VATER. Physiologische Lectionen. VII. Cap. 21. pag. 511. *

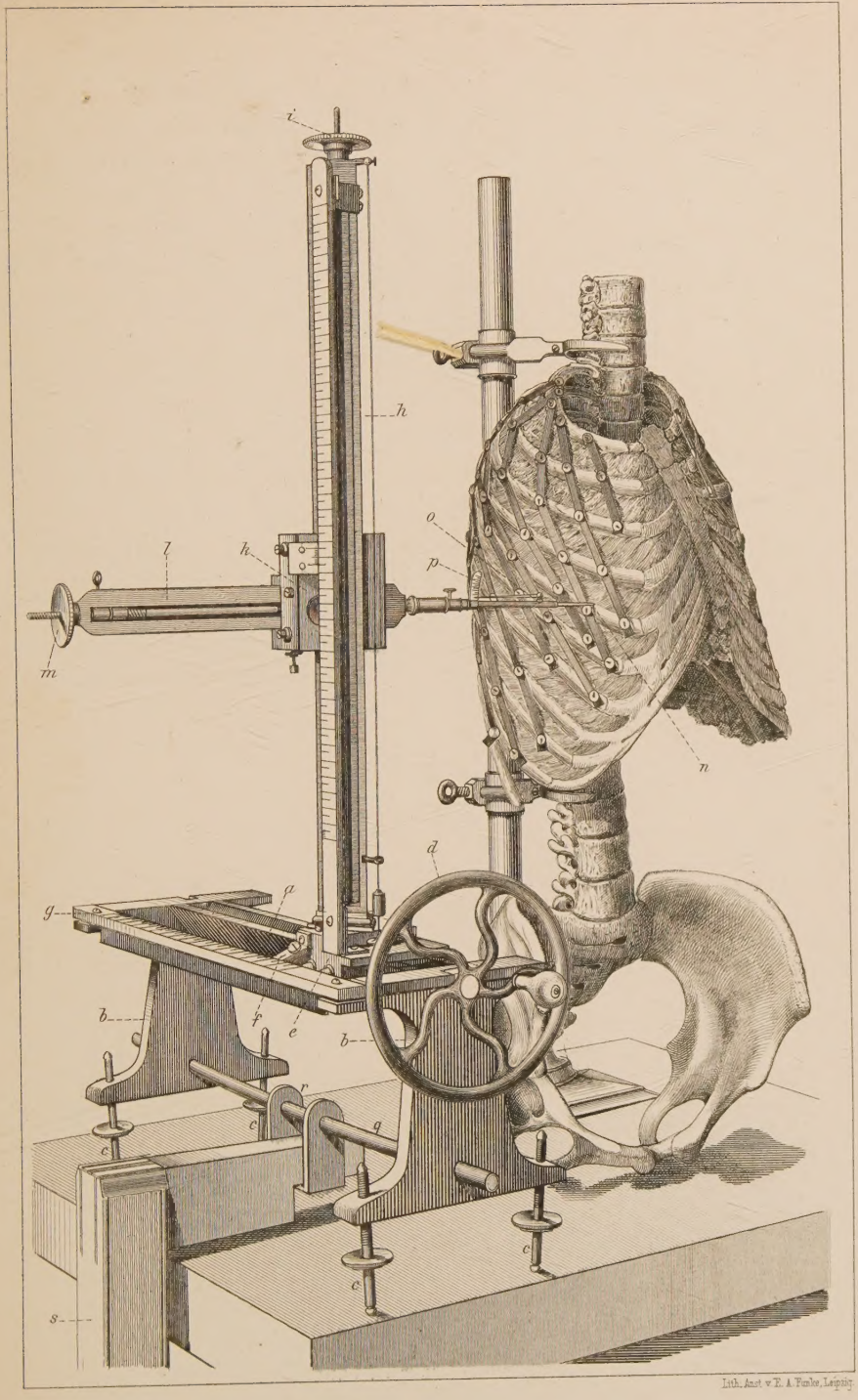
147. VERRYST, ALB. De respiratione. Leyden 1758. *

148. VESAL, ANDREAS. Opera omnia anatomica et chirurgica. Cura H. Boerhaave et B. S. Albini. T. I. Lugduni Batavorum 1725 pag. 242 ff.

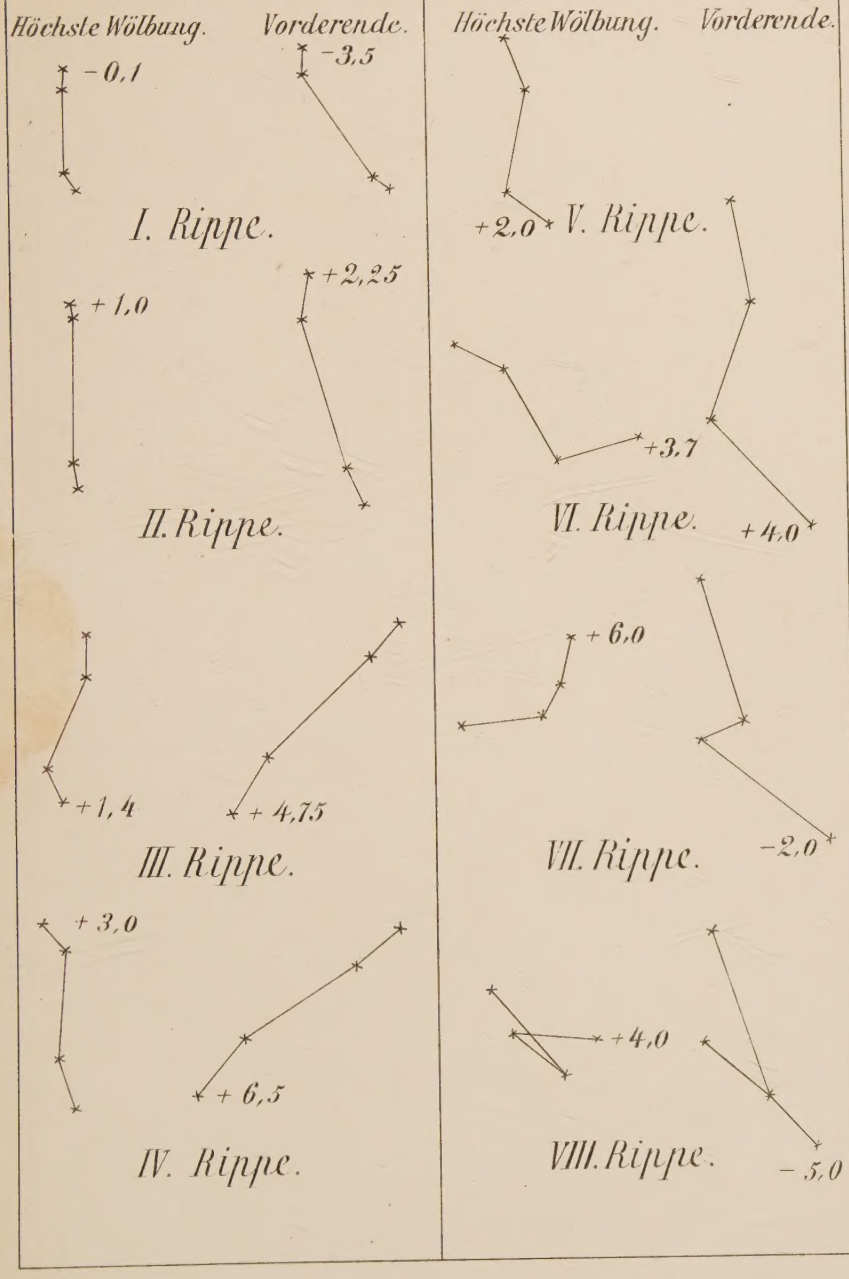
149. VESALII anatomicarum Gabrieli Falloppii observationum examen. In der Gesammt-Ausgabe v. Boerhaave T. II pag. 786 ff.

150. VESLING. Syntagma anatomicum. Patav. 1641. *
151. VIERORDT. Physiologie des Athmens. Karlsruhe 1845.
152. — — und LUDWIG. Beiträge zur Lehre von den Athembewegungen. Archiv für physiologische Heilkunde. 14. Jg. 1855. pag. 253.
153. VOLKMANN, A. W. Zur Theorie der Intercostalmuskeln. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, hrg. von His und Braune. II. Bd. Leipzig 1877. pag. 159 ff.
154. — — Zur Mechanik des Brustkastens, ebenda I. Bd. Leipzig 1876. pag. 145—172.
155. WILLIS. De medicina opus. Pars II. Sectio I. Cap. I. pag. 140 ff.
156. WINSLOW. Jacques Benique. Exposition anatomique du corps humain. T. II. Paris 1732. pag. 568 ff. Absatz 1158—1161.
157. ZIEMSSEN. Pathogenese des substantiven Lungenemphysems. Referat von Dr. Budge in: Deutsche Klinik, hrg. von Göschen. Jg. 1858. Bd. X. Berlin. No. 16 pag. 158.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.


Höchste Wölbung.
Vorderende.
- 0,1
- 3,5
I. Rippe.
+ 1,0
+ 2,25
II. Rippe.
+ 1,4
+ 4,75
III. Rippe.
+ 3,0
+ 6,5
IV. Rippe.
Höchste Wölbung.
Vorderende.
+ 2,0
V. Rippe.
+ 3,7
+ 4,0
VI. Rippe.
+ 6,0
- 2,0
VII. Rippe.
+ 4,0
- 5,0
VIII. Rippe.